Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

CSAS | **SCCS**

Canadian Science Advisory Secretariat | **Secrétariat canadien de consultation scientifique**

Proceedings Series 2010/011 | **Compte rendu 2010/011**

Proceedings of the National Peer-review Meeting on Aquaculture Pathways of Effects

19-23 October 2009

Crowne Plaza Hotel
Ottawa, Ontario

G. Jay Parsons and Michael Chadwick
Chairs

Compte rendu d'une réunion d'avis scientifique national sur les séquences d'effets de l'aquaculture

Du 19 au 23 octobre 2009

Hotel Crowne Plaza
Ottawa (Ontario)

G. Jay Parsons and Michael Chadwick
Coprésidents de réunion

Fisheries and Oceans Canada
200 Kent St
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario)
K1A0E6

July 2010 | **Juillet 2010**

Canada

Foreword

The purpose of these Proceedings is to document the activities and key discussions of the meeting. The Proceedings include research recommendations, uncertainties, and the rationale for decisions made at the meeting. Proceedings also document when data, analyses or interpretations were reviewed and rejected on scientific grounds, including the reason(s) for rejection. As such, interpretations and opinions presented in this report individually may be factually incorrect or misleading, but are included to record as faithfully as possible what was considered at the meeting. No statements are to be taken as reflecting the conclusions of the meeting unless they are clearly identified as such. Moreover, further review may result in a change of conclusions where additional information was identified as relevant to the topics being considered, but not available in the timeframe of the meeting. In the rare case when there are formal dissenting views, these are also archived as Annexes to the Proceedings.

Avant-propos

Le présent compte rendu a pour but de documenter les principales activités et discussions qui ont eu lieu au cours de la réunion. Il contient des recommandations sur les recherches à effectuer, traite des incertitudes et expose les motifs ayant mené à la prise de décisions pendant la réunion. En outre, il fait état de données, d'analyses ou d'interprétations passées en revue et rejetées pour des raisons scientifiques, en donnant la raison du rejet. Bien que les interprétations et les opinions contenues dans le présent rapport puissent être inexactes ou propres à induire en erreur, elles sont quand même reproduites aussi fidèlement que possible afin de refléter les échanges tenus au cours de la réunion. Ainsi, aucune partie de ce rapport ne doit être considérée en tant que reflet des conclusions de la réunion, à moins d'indication précise en ce sens. De plus, un examen ultérieur de la question pourrait entraîner des changements aux conclusions, notamment si l'information supplémentaire pertinente, non disponible au moment de la réunion, est fournie par la suite. Finalement, dans les rares cas où des opinions divergentes sont exprimées officiellement, celles-ci sont également consignées dans les annexes du compte rendu.

Proceedings of the National Advisory Meeting on Aquaculture Pathways of Effects

19-23 October 2009

Crowne Plaza Hotel
Ottawa, Ontario

G. Jay Parsons and Michael Chadwick
Chairs

Compte rendu d'une réunion d'avis scientifique national sur les séquences d'effets de l'aquaculture

Du 19 au 23 octobre 2009

Hotel Crowne Plaza
Ottawa (Ontario)

G. Jay Parsons and Michael Chadwick
Coprésidents de réunion

Fisheries and Oceans Canada
200 Kent St
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario)
K1A0E6

July 2010

Juillet 2010

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2010
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2010

ISSN 1701-1272 (Printed / Imprimé)
ISSN 1701-1280 (Online / En ligne)

Published and available free from:
Une publication gratuite de :

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
Canadian Science Advisory Secretariat / Secrétariat canadien de consultation scientifique
200, rue Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

CSAS@DFO-MPO.GC.CA

Correct citation for this publication:
On doit citer cette publication comme suit :

DFO. 2010. Proceedings of the National Advisory Meeting on Aquaculture Pathways of Effects; 19-23 October 2009. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2010/011.

MPO. 2010. Compte rendu d'une réunion d'avis scientifique national sur les séquences d'effets de l'aquaculture; du 19 au 23 octobre 2009. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2010/011.

TABLE OF CONTENTS / TABLE DES MATIÈRES

SUMMARY vii
SOMMAIRE vii

INTRODUCTION 1
INTRODUCTION 1

WELCOME 1
MOT DE BIENVENUE 1

BACKGROUND 1
CONTEXTE 1

THE REMOVAL AND RELEASE OF ORGANIC MATERIAL FROM SHELLFISH AND FINFISH AQUACULTURE 4
PERTE ET LIBÉRATION DE MATIÈRES ORGANIQUES PRODUITES PAR L'AQUACULTURE DE MOLLUSQUES MARINS, ET DE POISSONS À NAGEOIRES 4

SHELLFISH PRESENTATION HIGHLIGHTS 4
FAITS SAILLANTS DES PRÉSENTATIONS SUR LES MOLLUSQUES MARINS 4

FINFISH PRESENTATION HIGHLIGHTS 5
FAITS SAILLANTS DES PRÉSENTATIONS SUR LES POISSONS 5

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS 6
FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS 6

DISCUSSION HIGHLIGHTS 15
FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS 15

PATHWAY OF EFFECTS BETWEEN WILD AND FARMED FINFISH AND SHELLFISH IN CANADA: POTENTIAL FACTORS AND INTERACTIONS IMPACTING THE BI-DIRECTIONAL TRANSMISSION OF PATHOGENS 17
SÉQUENCE D'EFFETS ENTRE LES POISSONS À NAGEOIRES ET LES MOLLUSQUES MARINS D'ÉLEVAGE ET SAUVAGES AU CANADA : FACTEURS POTENTIELS ET INTERACTIONS AYANT UNE INFLUENCE SUR LA TRANSMISSION BIDIRECTIONNELLE DES AGENTS PATHOGÈNES 17

PRESENTATION HIGHLIGHTS 17
FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION 17

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS 19
FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS 19

DISCUSSION HIGHLIGHTS 24
FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS 24

PATHWAYS OF EFFECTS OF NOISE ASSOCIATED WITH QUACULTURE ON NATURAL MARINE ECOSYSTEMS IN CANADA 25
SÉQUENCE D'EFFETS DU BRUIT ASSOCIÉ À L'AQUACULTURE SUR LES ÉCOSYSTÈMES MARINS NATURELS AU CANADA 25

PRESENTATION HIGHLIGHTS 25
FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION 25

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS 27
FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS 27

DISCUSSION HIGHLIGHTS 31
FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS 31

AQUACULTURE-RELATED PHYSICAL ALTERATION OF HABITAT STRUCTURE AS AN ECOSYSTEM STRESSOR 32
ALTÉRATION PHYSIQUE DE LA STRUCTURE DE L'HABITAT CAUSÉE PAR L'AQUACULTURE EN TANT QUE FACTEUR DE PERTURBATION DE L'ÉCOSYSTÈME 32

PRESENTATION HIGHLIGHTS 32
FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION 32

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS 34
FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS 34

DISCUSSION HIGHLIGHTS 36
FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS 36

PATHWAY OF EFFECTS OF CHEMICAL INPUTS FROM AQUACULTURE ACTIVITIES IN CANADA 37
SÉQUENCE D'EFFETS DES PRODUITS CHIMIQUES DANS LES ACTIVITÉS D'AQUACULTURE AU CANADA 37

PRESENTATION HIGHLIGHTS 37
FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION 37

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS 40
FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS 40

DISCUSSION HIGHLIGHTS 45
FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS 45

PATHWAY OF EFFECTS OF ESCAPED AQUACULTURE ORGANISMS OR THEIR REPRODUCTIVE MATERIAL ON NATURAL ECOSYSTEMS IN CANADA 47
SÉQUENCE D'EFFETS DES ORGANISMES ÉVADÉS DE L'AQUACULTURE OU DE LEUR MATÉRIEL DE REPRODUCTION SUR LES ÉCOSYSTÈMES NATURELS AU CANADA 47

PRESENTATION HIGHLIGHTS 47
FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION 47

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS 49
FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS 49

DISCUSSION HIGHLIGHTS 54
FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS 54

PATHWAY OF EFFECTS OF ARTIFICIAL LIGHT ON NON-TARGET ORGANISMS AT AQUACULTURE SITES IN CANADA 55
SÉQUENCE D'EFFETS DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL SUR LES ORGANISMES NON CIBLÉS DANS LES INSTALLATIONS D'AQUACULTURE AU CANADA 55

PRESENTATION HIGHLIGHTS 55
FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION 55

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS 56
FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS 56

DISCUSSION HIGHLIGHTS 59
FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS 59

APPENDIX 1: LIST OF PARTICIPANTS 60
ANNEXE 1 : LISTE DES PARTICIPANTS 60

APPENDIX 2: AGENDA 62
ANNEXE 2 : PROGRAMME DE LA RÉUNION 63

APPENDIX 3: TERMS OF REFERENCE 64
ANNEXE 3 : CADRE DE RÉFÉRENCE 64

SUMMARY

The CSAS Pathway of Effects (POEs) meeting was held in Ottawa, Ontario from October 19-23, 2009. Participants from DFO Science, DFO Aquaculture Management, DFO Habitat Management, external experts from universities, provincial governments, industry associations, First Nations, and environmental non-government agencies attended the meeting. The science review was based on proposed activity – stressor – effect linkages for each of seven categories of stressors: chemicals, escapes, light, noise, nutrients, pathogens and structure. The outputs from the meeting will inform the development of the overall Framework for Aquaculture Environmental Management (FAEM) and help regulators to carry out their responsibilities. The linkages identified in the draft POEs were determined to be comprehensive, but relatively simplistic representations, and did not communicate the full complexity of all relationships and feedbacks that may occur. There was reasonable evidence that cumulative and/or cascading effects occur across pathways, and varied geographically and temporally and by level of activity. An appreciation of the complexities was essential to understanding the linkages. It was also noted that the POEs did not directly identify large-scale synergistic ecological functions and yet are recognized by science as being important. It is important to note that this CSAS process excluded consideration of mitigation measures and the potential to reduce or eliminate stressors or effects. Mitigation measures, their effects and potential side-effects will be assessed in a future process. From this meeting, eight key supporting scientific papers that complement the POE diagrams will be published. The following is a summary of that process.

SOMMAIRE

La réunion sur les séquences d'effets du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) a eu lieu à Ottawa, en Ontario, du 19 au 23 octobre 2009. Les participants à la réunion provenaient du Secteur des sciences du ministère des Pêches et des Océans (MPO), de la Direction générale de la gestion de l'aquaculture du MPO, de la Direction générale de la gestion de l'habitat du MPO, et comptaient des experts scientifiques universitaires, des représentants des gouvernements provinciaux, des associations de l'industrie, des Premières nations et d'organismes non gouvernementaux de l'environnement (ONGE). L'examen scientifique était fondé sur les liens proposés entre les activités (facteurs de perturbation) et les effets des facteurs de perturbation pour chacune des sept catégories de facteurs de perturbation examinées, soit les produits chimiques, les évasions d'élevage, la lumière, le bruit, les éléments nutritifs, les agents pathogènes et la structure. Les résultats de la réunion alimenteront l'élaboration d'un Cadre national de gestion environnementale de l'aquaculture (CGEA) et aideront les organismes de réglementation à s'acquitter de leurs responsabilités. Il a été déterminé que les liens définis dans les séquences d'effets (SE) préliminaires fournies aux fins de l'examen constituaient des représentations relativement simplistes de la réalité, car, malgré leur exhaustivité, ces liens ne sont que partiellement représentatifs de la complexité des relations et des rétroactions susceptibles de survenir. On a fait remarquer que des effets cumulatifs ou en cascade se produisent entre les séquences et varient dans l'espace et dans le temps, ainsi qu'en fonction du niveau d'activité. Il est essentiel de connaître cette grande complexité pour bien comprendre les liens. En outre, on a également indiqué que les SE fournies ne sont pas complètement représentatives des fonctions écologiques synergétiques à grande échelle; elles n'en sont cependant pas moins importantes du point de vue de la science. Il convient de noter que ce processus de consultation du SCCS n'a pas pris en considération les mesures d'atténuation, ni le potentiel de réduire ou d'éliminer les facteurs de perturbation ou les effets. Les mesures d'atténuation, leurs effets et les effets secondaires possibles feront l'objet d'une évaluation lors d'un prochain processus. À l'issue de cette réunion, on publiera huit documents scientifiques à l'appui complétant les diagrammes des SE. Le texte qui suit se veut un résumé de ce processus.

INTRODUCTION

WELCOME

The meeting chairs, Jay Parsons and Michael Chadwick, welcomed participants (Appendix 1) to the meeting on aquaculture pathways of effects and did a round of introductions. Jay Parsons provided a brief overview of Fisheries and Oceans Canada's Science Advisory Process (SAP) and explained the process for the meeting. A total of seven papers had been prepared for the meeting: each paper would be presented, discussed, and finalized in turn before moving on to the next paper. The presentation format for each paper started with the author providing the main points of the paper, highlighting the state of knowledge of the subject area and identifying knowledge gaps and research needs. The author's presentation was then followed by the critique of peer-reviewers (see Agenda Appendix 2). The floor was then opened to all participants for questions and discussions before finalizing comments on the paper.

BACKGROUND

A Federal-Provincial-Territorial Working Group (F-P/T WG), supported by the Canadian Council of Fisheries and Aquaculture Ministers and the Aquaculture Task Group, is developing a national Framework for Aquaculture Environmental Management (FAEM) to provide the basis for a coherent national approach to the regulation of the aquaculture sector (including suspended and bottom culture of finfish and shellfish in freshwater and marine environments) in Canada. This same framework is also expected to provide the baseline for demonstrating how Canadian regulation responds to emerging market-driven sustainability certification expectations as they relate to aquaculture.

The FAEM uses a Pathways of Effects

INTRODUCTION

MOT DE BIENVENUE

Les coprésidents de la réunion, Jay Parsons et Michael Chadwick, ont accueilli les participants (annexe 1) à la réunion sur les séquences d'effets liés à l'aquaculture et ont fait un tour de table pour les présentations. Jay Parsons a fait un bref survol du processus de consultation scientifique du MPO et a expliqué le déroulement de la réunion. Au total, sept documents ont été préparés en vue de la réunion : chacun sera présenté, fera l'objet d'une discussion et on y apportera les ajustements requis au besoin avant de passer à l'examen du prochain document. Pour présenter chacun des documents, les auteurs ont mentionné les principaux points étudiés, faisant ressortir l'état des connaissances sur le sujet et précisant les lacunes à combler sur ce plan et les besoins en matière de recherche. La présentation de chacun des auteurs était suivie de la critique des pairs examinateurs (voir le programme de la réunion à l'annexe 2). Suivait ensuite une période de questions et de discussions ouverte à tous les participants avant de compléter l'ajout de commentaires au document.

CONTEXTE

Un groupe de travail fédéral, provincial et territorial (FPT), appuyé par le Conseil canadien des ministres des Pêches et de l'Aquaculture et le Groupe de travail sur l'aquaculture, élabore un Cadre national de gestion environnementale de l'aquaculture (CGEA) pour jeter les bases d'une approche nationale cohérente visant à appuyer la réglementation du secteur de l'aquaculture (la culture en suspension et la culture sur le fond, de poissons à nageoires et de mollusques marins, en environnement d'eau douce et en milieu marin) au Canada. Ce même cadre devrait fournir une assise pour démontrer comment la réglementation canadienne répond aux nouvelles attentes en matière de certification de la durabilité fixées par le marché et liées à l'aquaculture.

Le CGEA adopte une approche de SE pour

(POEs) approach to address the environmental effects of aquaculture. Four aquatic ecosystem components are considered: fish habitat, water quality, fish health, and fish communities and populations.

traiter des effets environnementaux de l'aquaculture liés à quatre composantes d'écosystème aquatique : l'habitat du poisson, la qualité de l'eau, la santé du poisson et les communautés de poisons.

The F-P/T WG desired a scientific peer-review of its POEs to help ensure they are underpinned and informed by science. Draft POE diagrams and accompanying risk descriptions were developed to outline potential linkages between aquaculture activities and environmental stressors and effects; they were based on the professional and technical knowledge of federal, provincial and other experts. The POE diagrams and descriptions were provided to DFO Science for the review process and were structured to identify the aquaculture risks related to the four ecosystem components (fish health, fish communities, fish habitat, and water quality) that were relevant to government regulators.

Le groupe de travail FPT souhaitait cet examen scientifique par des pairs de ses SE pour s'assurer que celles-ci sont étayées et éclairées par la science. Des diagrammes des séquences d'effets et des descriptions des risques s'y rattachant ont été élaborés afin de donner un aperçu des liens possibles entre les activités de l'aquaculture et les facteurs de perturbation et les effets environnementaux; ils ont été fondés sur les connaissances professionnelles et techniques d'experts fédéraux, provinciaux et d'autres experts. Les diagrammes et les descriptions des séquences d'effets ont été fournis au Secteur des sciences pour le processus d'examen et ont été structurés de manière à pouvoir définir les risques en matière d'aquaculture liés aux quatre composantes d'écosystème (santé du poisson, communautés de poissons, habitat du poisson, qualité de l'eau) définies qui sont pertinentes pour les responsables gouvernementaux de la réglementation.

This review included all forms of marine and freshwater finfish net pen culture. With regard to shellfish culture, the focus was on the culture of marine bivalves, which comprise almost all of the current Canadian industry. In addition, it is important to note that mitigation measures and the potential to reduce or eliminate stressors or effects was excluded in this workshop, but will be assessed in future CSAS processes.

Cet examen abordait toutes les formes d'élevage de poissons à nageoires dans des cages, en milieu d'eau douce et marin. Quant à l'aquaculture des mollusques marins, on a mis l'accent sur les bivalves, ce qui englobe pratiquement toutes les activités de l'industrie canadienne. Par ailleurs, il convient de noter que cet atelier n'a pas pris en considération les mesures d'atténuation et le potentiel de réduire ou d'éliminer les facteurs de perturbation ou les effets, mais ces derniers feront l'objet d'une évaluation lors de prochains processus du SCCS.

The Terms of Reference (Appendix 3) for the meeting were reviewed. The objectives for authors were to examine the scientific literature with the intention of testing the validity of:

- the identified stressors,
- the identified effects,
- the activity-stressor-effects relationship

Le cadre de référence (annexe 3) de la réunion a été passé en revue. Les objectifs pour les auteurs étaient d'examiner la documentation scientifique dans le but de vérifier la validité :

- des facteurs de perturbation définis;
- des effets définis;
- des liens entre les activités (facteurs de

model (i.e., the POE model), and

- the conclusions drawn with regard to the scope of the linkages identified in the POE tables.

Habitat Management Program is responsible for administering the *Fisheries Act* with respect to maintaining the free passage of fish, ensuring sufficient flow of water below dams, prohibits the killing of fish by means other than fishing, and prohibits the Harmful Alteration Disruption and Destruction (HADD) of fish habitat unless authorized by the Minister. Key activities are reviewing development referrals to determine if there will be an impact on fish habitat. Environmental Assessments under the *Canadian Environmental Assessment Act* must be completed prior to the issuance of authorizations by the Minister. The guiding principle in issuing authorizations under the *Fisheries Act* is to ensure "no net loss of the productive capacity of fish habitat". Redesign or relocation may be required to mitigate certain impacts. In light of the need for consistent application of HADD remediation across the country, a risk-based approach called the Risk Management Framework was developed. A risk assessment framework using POEs as a basis for impact identification was part of the risk management framework.

Pathways of Effects developed by the Habitat Management Program were mostly activity based. However, one generic POE model was developed for aquaculture. The objective of this model was to identify the high level effects and stressors associated with different aquaculture-related activities and then identify appropriate mitigation to address the effect-stressor relationship.

perturbation) et les effets des facteurs de perturbation (le modèle de SE); et

- des conclusions tirées à la lumière de la portée des liens définis dans les diagrammes des SE.

La Direction générale de la gestion de l'habitat est chargée d'administrer les dispositions sur la protection de l'habitat contenues dans la *Loi sur les pêches,* notamment en ce qui concerne le libre passage du poisson, la fourniture d'un débit d'eau suffisant sous les barrages, l'interdiction de causer la mort du poisson par d'autres moyens que la pêche, et l'interdiction d'exploiter des ouvrages ou entreprises entraînant la détérioration, la destruction ou la perturbation (DDP) de l'habitat du poisson, à moins d'y être autorisé par le MPO. Dans le cadre de ses activités, la Direction doit examiner les propositions de projet de développement afin de déterminer s'il existe un risque d'effets néfastes sur le poisson et son habitat. Il est nécessaire de mener une évaluation environnementale en vertu de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* avant la délivrance d'une autorisation du ministre. Un des éléments clés de la politique sur l'habitat en vertu de la *Loi sur les pêches* est le principe directeur « d'aucune perte nette » de la capacité de production de l'habitat du poisson. Il pourrait donc être nécessaire parfois de redessiner ou de déplacer un ouvrage afin d'atténuer certains impacts. Pour répondre au besoin d'application uniforme des mesures correctives à la détérioration, à la destruction ou à la perturbation de l'habitat du poisson à la grandeur du pays, on a élaboré un cadre de gestion du risque. Ce cadre comportait un cadre d'évaluation du risque au moyen des SE qui servait de base pour la détermination des impacts.

Les SE élaborées par la Direction générale de la gestion de l'habitat étaient presque toutes axées sur les activités. Cependant, un modèle général de SE a été élaboré pour l'aquaculture. L'objectif de ce modèle visait à déterminer les effets et les facteurs de perturbation de haut niveau associés aux différentes activités liées à l'aquaculture puis à déterminer les mesures d'atténuation

The National Framework for Aquaculture Environmental Management expanded upon this initial model to develop specific pathways of effects for various aquaculture related activities.

THE REMOVAL AND RELEASE OF ORGANIC MATERIAL FROM SHELLFISH AND FINFISH AQUACULTURE

SHELLFISH PRESENTATION HIGHLIGHTS

Co-author: J. Chamberlain

The information that formed the basis of this paper was derived from previously published reviews which were re-organized to answer the specific pathway of effects questions posed in the Terms of Reference.

The influence of shellfish aquaculture activities on the surrounding environment is clearly substantiated in the scientific literature. Unlike finfish aquaculture where increased organic loading is a concern, shellfish aquaculture represents a net addition of habitat to an ecosystem and requires minimal additions to the environment – except for the animals themselves and the infrastructure they grow on. Shellfish extract their food from the environment and their wastes return some nutrients and minerals back to the ecosystem. Many pathways influence the system.

Shellfish farms have the potential to significantly alter pelagic ecosystem dynamics through redirection of nutrient pathways. A large body of data exists examining the effects of removal of nutrients by the farmed organisms; however, very little data exists on the effects of nutrient release to the water column at local or ecosystem scales. The effect of individual or multiple shellfish farm(s) at the local and ecosystem scale is relatively uncertain due to variable site-specific spatial and temporal

appropriées pour contrer ce lien entre l'effet et le facteur de perturbation. Le CGEA est parti de ce modèle initial pour développer des séquences d'effets spécifiques pour diverses activités liées à l'aquaculture.

PERTE ET LIBÉRATION DE MATIÈRES ORGANIQUES PRODUITES PAR L'AQUACULTURE DE MOLLUSQUES MARINS, ET DE POISSONS À NAGEOIRES

FAITS SAILLANTS DES PRÉSENTATIONS SUR LES MOLLUSQUES MARINS

Coauteur : J. Chamberlain

Les renseignements formant la base de ce document ont été tirés d'examens déjà publiés ayant été réorganisés pour répondre précisément aux questions sur les SE posées dans le cadre de référence.

L'influence des activités d'aquaculture des mollusques marins sur le milieu environnant est clairement attestée dans la documentation scientifique. À l'opposé de l'aquaculture des poissons pour laquelle la charge organique accrue pose un problème, l'aquaculture des mollusque marins représente un ajout net d'habitat dans un écosystème et exige des ajouts minimaux à l'environnement – à l'exception des animaux mêmes et de l'infrastructure sur laquelle ils sont élevés. Les mollusques marins puisent leur nourriture dans l'environnement; leurs déchets retournent dans l'écosystème certains nutriments et minéraux. De nombreuses séquences ont une influence sur le système.

La conchyliculture affiche le potentiel d'altérer considérablement la dynamique de l'écosystème pélagique par le biais du réacheminement des séquences d'éléments nutritifs. Il existe beaucoup d'information sur les effets liés à la perte d'éléments nutritifs par les organismes faisant l'objet de l'aquaculture; cependant, on possède très peu de données sur les effets de la libération d'éléments nutritifs dans la colonne d'eau à l'échelle locale ou de l'écosystème. L'effet lié à une seule ou à plusieurs installations conchylicoles à l'échelle locale ou de l'écosystème est relativement

characteristics, although some generic models and pathways exist.

The extent and magnitude of sediment loading around suspended shellfish farms will depend on the size of the farm and the site dependent hydrographic conditions. Site-specific modelling of pathways of effects may be possible since the level of validation /corroboration is improving and site-specific models have been successfully developed. Generic application of quantitative models to 'new' locations remains the subject of further research.

FINFISH PRESENTATION HIGHLIGHTS

Co-author F. Page

In finfish aquaculture, there are some similarities to shellfish aquaculture, such as the release of nutrients leading to similar effects. This paper evaluates the release, exposure, and ecological consequences of effects in order to understand what is generating a specific effect. It is possible that several pathways contribute to a specific effect; and therefore it is possible that if only one pathway is mitigated, the effect may still occur. This complexity is not conveyed in the POE stressor-effect diagrams. Since pathways involve many processes and interactions, as well as spatial and temporal variations, understanding each pathway may not truly represent the stressor and effects and any interactions. In addition, our knowledge of some pathways is much better understood than others.

Connecting nutrient release from specific farms to a larger spatial scale, such as the effects on populations and communities, is not well studied nor has the effect of

incertain en raison des caractéristiques spatiales et temporelles variables associées à chacun des sites, bien qu'il existe certains modèles et quelques séquences générales.

La mesure et l'importance de la charge de sédiments autour des concentrations de mollusques en suspension dépendront de la taille de l'installation et des conditions hydrographiques inhérentes au site. La modélisation des SE propres au site est possible puisque les procédés de validation et de corroboration s'améliorent et qu'on a réussi à concevoir de tels modèles. L'application générale des modèles quantitatifs à de « nouveaux » emplacements fera l'objet d'études ultérieures.

FAITS SAILLANTS DES PRÉSENTATIONS SUR LES POISSONS

Coauteur F. Page

L'aquaculture des poissons à nageoires comporte des similitudes avec celle des mollusques marins, en ce sens qu'elle suscite également une libération d'éléments nutritifs provoquant des effets semblables. Dans le présent document, on évalue la perte, l'exposition et les conséquences écologiques des effets afin de mieux comprendre ce qui produit un effet en particulier. Il est possible que plusieurs séquences contribuent à un effet en particulier et, par conséquent, il est possible que, même si on atténue une seule séquence, l'effet demeure. Les diagrammes des SE illustrant les facteurs de perturbation et les effets ne traduisent pas cette complexité. Puisque les séquences impliquent plusieurs processus et interactions, ainsi que des variations spatio-temporelles, la compréhension de chaque séquence pourrait ne pas représenter fidèlement le facteur de perturbation et les effets de même que toute interaction. Aussi, notre compréhension de certaines séquences est plus développée que pour d'autres.

Le lien entre la libération d'éléments nutritifs de certaines installations conchylicoles à une échelle de plus grande envergure, par exemple les effets sur les populations et les

multiple farms in a larger area been studied. The scientific focus has been on one farm at one location making it difficult to extrapolate to a larger area. More research is needed to understand releases from multiple farms and the effects on larger geographic and biological scales (populations, communities, ecosystem structure and functions) in terms of structure and function, cumulative effects, and temporal and spatial effects.

The release of excretory waste and excess feed in finfish aquaculture is well documented in the scientific literature, although the emphasis has been on particulate releases and soft bottoms rather than dissolved releases and impacts on hard bottoms. However, the effects in the pelagic environment are mostly speculation and a function of scale, but are starting to be addressed in freshwater. There are several areas that have limited study: release of fouling organisms and their impacts on organics; re-suspension; effects on hard bottoms; human wastes (covered by regulations); biodiversity; the removal of food and oxygen (focus mainly on shellfish); and function (primary productivity, communities).

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS

Presenter: P. Cranford (Shellfish)

This paper focussed on nutrient uptake, benthic recycling, and release by cultured shellfish, but omitted: 1) the effects of the release and uptake of fouling organisms, 2) removal of oxygen which is tied into organics, and 3) the release of harvest waste and mortalities and the recycling of organic matter. Most outcomes have ecological consequences and so more

communautés, n'est pas bien étudié, pas plus d'ailleurs que l'effet d'un plus grand nombre d'installations dans une plus vaste zone. L'examen scientifique s'est concentré sur une installation située à un emplacement, ce qui rend difficile l'extrapolation à grande échelle. Il faudrait poursuivre la recherche pour comprendre la libération produite par plusieurs fermes conchylicoles et les effets sur de plus grandes zones géographiques et biologiques (populations, communautés, structure et fonctions d'écosystème) relativement à la structure et à la fonction, aux effets cumulatifs et aux effets spatio-temporels.

Les excréments et les restes de nourriture provenant de l'aquaculture de poissons à nageoires sont abondamment traités dans la documentation scientifique, même si on a mis l'emphase sur les rejets particulaires sur fonds meubles plutôt que sur les rejets dissous sur fonds durs. Cependant, les effets dans le milieu pélagique se prêtent plutôt à la spéculation et sont en fonction de l'échelle, mais on commence à s'y intéresser pour le milieu dulcicole. Plusieurs sujets ont peu été abordés dans le cadre d'études : la libération d'organismes salissants et leur incidence sur les matières organiques; la remise en suspension; les effets sur les fonds durs; les déchets humains (régis par la réglementation); la biodiversité; la disparition de sources alimentaires et la désoxygénation (principalement axée sur la conchyliculture); et la fonction (productivité primaire, communautés).

FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS

Présentateur : P. Cranford (conchyliculture)

Ce document s'intéresse au prélèvement des éléments nutritifs, au recyclage benthique et aux rejets de la conchyliculture sans toutefois aborder : 1) les effets de la libération et du prélèvement d'organismes salissants; 2) la désoxygénation qui est liée aux matières organiques; et 3) le rejet de résidus de récolte et la mortalité, et le recyclage de matières organiques. La plupart des résultats ont des

definitive answers could have been concluded to the workshop questions. Shellfish culture does not add nutrients to the environment and therefore overall production of an ecosystem is not increased. Rather hotspots of productivity are created through shellfish production retaining nutrients in the coastal zone when shellfish intercept phytoplankton from the water column and deposit nutrients on the bottom. This in turn accelerates nutrient recycling and increases local productivity. This translocates productivity from one location to another. Since the system must balance out, there is a net reduction in the overall productivity. Also the harvest of shellfish removes nutrients and reduces overall productivity in the environment.

conséquences écologiques et, par conséquent, des réponses plus définitives auraient pu être apportées aux questions posées lors de l'atelier. La conchyliculture n'ajoute aucun élément nutritif à l'environnement et, par conséquent, la production globale d'un écosystème n'est pas augmentée. Elle crée plutôt des centres de diversité de productivité en maintenant les éléments nutritifs dans la zone côtière lorsque les mollusques marins interceptent le phytoplancton dans la colonne d'eau et déposent des éléments nutritifs au fond de l'eau. Cette situation accélère le recyclage des éléments nutritifs et augmente la productivité locale, ce qui provoque une translocation de la productivité d'un emplacement à un autre. Puisque le système doit compenser, il se produit une réduction nette de la productivité globale. Par ailleurs, la récolte des mollusques marins se traduit par une perte d'éléments nutritifs et réduit la productivité globale du milieu.

The paper did not address nutrient uptake and release from non-culture organisms. The biomass of fouling organisms on shellfish culture structure can be significantly greater than the cultured shellfish. Also excluded is the role of cultured shellfish and fouling organisms as a major source of excreted ammonia, which can cause major fluxes of nitrogen in heavily cultured bays, depending on site-specific conditions. It is difficult to separate nutrient releases directly in the water column from nutrients coming back up from the bottom into the water column after the animals have deposited wastes. It is a very complex issue and separating specific pathways and identifying specific effects is challenging.

Le document n'aborde pas le prélèvement d'éléments nutritifs et les rejets d'organismes sauvages. La biomasse des organismes salissants se fixant à la structure de la conchyliculture peut surpasser celle des mollusques de culture. Le document ne traite pas non plus du rôle de la conchyliculture et des organismes salissants en tant que source principale d'ammoniac excrété, qui peut provoquer une libération importante d'azote dans les baies fortement exploitées en culture, selon les conditions propres au site. Il est difficile de séparer les rejets d'éléments nutritifs directement dans la colonne d'eau de ceux remontant du fond dans la colonne d'eau après que les animaux y aient déposé leurs déchets d'excrétion. C'est une question très complexe, et il est extrêmement difficile de séparer la séquence et de déterminer les effets particuliers.

The removal of nutrients by cultured animals feeding on phytoplankton (including epifauna) may deplete the food supply with consequences to other organisms in the area. The statement in the paper 'the nature and scale of effects on the pelagic ecosystem of any individual or multiple shellfish operation is relatively uncertain as

La perte d'éléments nutritifs causée par les cultures alimentées en phytoplancton (y compris l'épifaune) risque d'appauvrir la source alimentaire et d'avoir des conséquences pour les autres organismes présents dans le secteur. L'énoncé du document voulant que « la nature et l'échelle des effets sur l'écosystème pélagique de toute

site specific spatial and temporal characteristics will be major variables' is not accurate. Potential far-field effects of shellfish culture at lower trophic levels are quite well-known with supporting evidence.

activité individuelle ou multiple de conchyliculture sont relativement incertaines puisque les caractéristiques spatio-temporelles sont des variables importantes » n'est pas exact. Les effets possibles à distance de la conchyliculture aux niveaux trophiques inférieurs sont plutôt bien connus et appuyés de données.

Shellfish can address the effects of eutrophication through removal/filtration of phytoplankton, but recent research contradicts this and oversimplifies the role of bivalves since they only remove a little. The effect is compounded because they also deposit much organic matter on the bottom, so although the water is clarified, greater impacts to the bottom are occurring by moving nutrients from the water column to the bottom.

Les mollusques marins peuvent réguler les effets de l'eutrophisation par la filtration et le prélèvement de phytoplancton, mais des études réalisées récemment contredisent cet énoncé et simplifient exagérément le rôle des bivalves puisqu'ils n'en font disparaître qu'une petite quantité. L'effet est aggravé parce qu'ils déposent également une grande quantité de matière organique sur le fond; ainsi, bien que l'eau soit décantée, le fond subit de plus grandes répercussions en déplaçant les éléments nutritifs de la colonne d'eau vers le fond.

Shellfish farms do have the potential to significantly alter the pelagic ecosystem. The nature and scale of any effect of the individual or multiple operations on phytoplankton or seston are predictable with current knowledge. Major site-specific variables affecting spatial and temporal effects are well known. The effects on higher trophic levels are uncertain, but some repercussions would be expected.

Les installations conchylicoles affichent le potentiel d'altérer considérablement l'écosystème pélagique. La nature et l'importance de tout effet d'une seule ou de plusieurs installations sur le phytoplancton ou le seston sont prévisibles à la lumière des connaissances actuelles. Les principales variables associées au site touchant les effets spatio-temporels sont bien connues. Les effets sur les niveaux trophiques supérieurs sont incertains, mais on pourrait s'attendre à certaines répercussions.

Shellfish culture, including the fouling communities, has a high oxygen demand ranging from microorganisms up to the macro fauna. The benthic oxygen demand is high due to the recycling of organic matter on the bottom and on the structures themselves, as well by predators attracted to culture sites. Therefore, under certain conditions this could become a problem.

La conchyliculture, y compris les communautés d'organismes salissants, présente une forte demande en oxygène qui va des micro-organismes jusqu'à la macrofaune. La demande en oxygène benthique est élevée en raison du recyclage de matières organiques au fond et des structures mêmes, ainsi qu'en raison des prédateurs attirés par les installations de culture. Par conséquent, sous certaines conditions, cela pourrait devenir un problème.

Shellfish culture increases the downward flux of organic matter affecting the structure and function of the seabed. This effect can be monitored by measuring and linking

La conchyliculture augmente la libération vers le fond des matières organiques, ce qui nuit à la structure et à la fonction du plancher océanique. Cet effet peut faire l'objet d'une

changes in sulphide levels to changes in benthic community effects. Recent data on the scale of effects in Tracadie Bay, PEI were not included in this paper; however, sulphide levels under shellfish culture sites at that site were twice as high than at reference sites and greater than the threshold where unacceptable impacts can occur and bay-scale effects have been seen.

surveillance en mesurant et en établissant une correspondance entre les changements des niveaux de sulfure et les changements d'effets dans la communauté benthique. Le document ne comporte aucune donnée récente sur la portée des effets dans la baie de Tracadie, Île-du-Prince-Édouard; cependant, les niveaux de sulfure sous les installations conchylicoles de cette zone étaient deux fois plus élevés que ceux de sites de référence et supérieurs au seuil auquel risquent de se produire des impacts inacceptables, et on a observé des effets à l'échelle de la baie.

In summary, under certain circumstances, shellfish farms have the potential to significantly alter benthic habitat and community structure. The nature and scale of the effect depends on relatively well-known variables (e.g., flow, flushing rates, water depth, biomass of the organisms, etc.) and can be predicted using a shellfish DEPOMOD.

En résumé, dans certaines circonstances, les installations conchylicoles affichent le potentiel d'altérer considérablement l'habitat benthique et la structure de la communauté. La nature et l'importance de l'effet dépendent de variables assez bien connues (débit, taux de renouvellement d'eau, profondeur de l'eau, biomasse des organismes, etc.) et elles peuvent être prédites au moyen de l'outil DEPOMOD.

Presenter: K. Brooks (Finfish)

Présentateur : K. Brooks (poissons à nageoires)

Generally, the review papers were not rigorous or satisfactory and the biological reviews in both papers were inadequate. Many global sources of literature are available and worthwhile, which were not considered. The section on modelling, particularly the need for additional insight to assess far-field effects, was interesting and informative.

En règle générale, les documents d'examen n'étaient ni rigoureux dans leur approche ni satisfaisants, et les examens biologiques dans les deux documents étaient inadéquats. De nombreuses sources littéraires générales disponibles et appréciables n'ont pas été consultées. Cependant, la section sur la modélisation, abordant plus particulièrement la nécessité d'approfondir les connaissances afin de mieux évaluer les effets à distance, est intéressante et instructive.

Near-field effects can be seen and quantified, but far-field effects must be quantified in long-term surveys of variability within an ecosystem. Our approach has been that far-field effects are not considered a problem until there is interest. Consequently, the baseline data used originates from the time of our interest and not before aquaculture was established in an area.

Les effets à proximité sont faciles à voir et à quantifier, mais les effets à distance doivent être quantifiés dans le cadre de relevés de la variabilité à long terme effectués au sein de l'écosystème. Nous avons privilégié l'approche voulant que les effets à distance ne sont pas considérés comme un problème jusqu'à ce qu'ils suscitent un intérêt. Conséquemment, les données de référence utilisées ont été recueillies à partir du moment où s'est aiguisé notre intérêt et non avant que l'aquaculture ne soit établie dans une zone.

There are two gaps in our ability to manage finfish and shellfish aquaculture:

1) the significance of far-field effects on the ecosystem. Near-field effects are measurable and understandable whereas there is very little empirical evidence showing the significance of far-field effects on the ecosystem. Impacts from sources other than aquaculture were not considered in the paper and therefore it is difficult to separate impacts specifically caused by aquaculture;

2) Hard bottoms: Our ability to measure and recognize impacts on hard bottoms from aquaculture is limited. There is some information describing the environmental response of hard bottoms to salmon aquaculture (several studies commissioned by BC provincial government) that should be included.

The oceanographic review is incomplete. Currents have a significant effect on the dispersion of wastes and the uptake of nutrients by phytoplankton and the temporal aspects of their population growth. The description of consequences to the pelagic habitat is inadequate. The review of temporal, spatial, and benthic effects associated with salmon farms was disappointing because there are many publications describing these effects that were not included.

Biological responses and their relation to some surrogates (physical and chemical parameters) are reasonably well-described . Any change in surrogate values should be tied to biological responses; otherwise you can be measuring something that is meaningless. Temporal benthic remediation of salmon farms should have been included so that conclusions could be drawn regarding the average and range of recovery times.

A model can predict phytoplankton turnover time as a function of nutrient and light

Notre capacité à gérer l'aquaculture des poissons et des mollusques marins comporte deux lacunes :
1) L'importance des effets à distance sur l'écosystème. Les effets à proximité sont mesurables et compréhensibles, tandis que nous disposons de peu de données empiriques sur l'importance des effets à distance sur l'écosystème. Les répercussions d'autres sources que l'aquaculture n'ont pas été abordées dans l'étude et, par conséquent, il est difficile de distinguer les impacts associés directement à l'aquaculture.

2) Fonds durs : Notre capacité à mesurer et à déceler les impacts de l'aquaculture sur les fonds durs est limitée. Il existe de l'information décrivant la réaction environnementale des fonds durs à l'aquaculture du saumon (plusieurs études demandées par le gouvernement de la Colombie-Britannique) qui doit être ajoutée.

L'examen océanographique est incomplet. Les courants ont un effet important sur la dispersion des déchets et le captage des éléments nutritifs par le phytoplancton, et les aspects temporels de la croissance de leur population. La description des conséquences pour l'habitat pélagique est inadéquate. L'examen des effets spatio-temporels et benthiques associés aux fermes salmonicoles est décevant parce que plusieurs publications décrivant ces effets n'ont pas été incluses.

Les réponses biologiques et leur rapport avec certains éléments auxiliaires (paramètres physiques et chimiques) sont assez bien décrits. Tout changement sur le plan des valeurs de ces éléments auxiliaires doit être lié aux réponses biologiques; autrement, on pourrait mesurer des aspects sans intérêt. Les mesures d'atténuation temporelles visant l'habitat benthique des fermes salmonicoles auraient dû être ajoutées afin que l'on puisse tirer des conclusions concernant la moyenne et la fourchette des périodes de rétablissement.

Il est possible de prévoir à l'aide d'un modèle le temps de renouvellement du phytoplancton

availability, and temperature (correlated with light availability); however, hydrodynamics must be taken into consideration when investigating nutrient dispersal and uptake. Benthic effects of bivalve culture are significant compared to pelagic effects and the cumulative effects of all aquaculture in an area must be recognized, including the temporal and spatial effects of deposits on the bottom. Oxygen depletion is associated with sedimented organic waste, while currents measured in the water column do not directly affect the benthic boundary layer. Water velocities in this layer are important for re-suspension. It is inefficient to propose new research until all the available data are used and better networks are needed to share data.

en fonction des éléments nutritifs et de la lumière disponible, et de la température (corrélée avec la lumière disponible); cependant, il faut tenir compte de l'hydrodynamique lors de l'évaluation de la dispersion et du captage des éléments nutritifs. Les effets benthiques de la culture des bivalves sont considérables comparativement aux effets pélagiques, et les effets cumulatifs de toutes les aquacultures dans une zone doivent être reconnus, y compris les effets spatio-temporels des dépôts sur le fond marin. L'épuisement d'oxygène est associé aux déchets organiques qui forment des sédiments, alors que les courants mesurés dans la colonne d'eau ne touchent pas directement la couche limite benthique. La vitesse du courant dans cette couche est importante pour la remise en suspension. Il n'est pas utile de proposer de nouvelles recherches jusqu'à ce que toutes les données disponibles soient utilisées; il faudrait établir de meilleurs réseaux pour le partage des données.

The most pressing management issues are: hard bottom effects and far-field effects. These are multi-disciplinary problems that should be investigated by multi-disciplinary teams.

Les enjeux les plus urgents liés à la gestion sont les effets sur le fond dur et les effets à distance. Ce sont des problèmes touchant plusieurs disciplines qui doivent être évalués par des équipes multidisciplinaires.

Presenter: N. Diep (Freshwater)

Présentateur : N. Diep (eau douce)

The authors did a commendable job in synthesizing a tremendous amount of literature, but there is still some scientific information that should be incorporated into the paper. The authors should differentiate the similarities and differences between the marine and freshwater environments (e.g., limiting nutrients nitrogen and phosphorus, respectively).

Les auteurs méritent des éloges pour avoir fait la synthèse d'une quantité incroyable de publications, mais certaines informations scientifiques doivent tout de même être ajoutées au document. Les auteurs devraient établir la distinction entre les similitudes et les différences que présentent les milieux marins et dulcicoles (p. ex., se limitant aux éléments nutritifs azote et phosphore, respectivement).

Deposition: Cage movement on freshwater sites can be substantial and is identified as a stressor. In the Great Lakes, cages have been known to move up to 40 m from their original point, when not attached to shore. This is much greater than the 5 m reported by the authors resulting in a much larger actual depositional footprint than the cage site. The paper states that that overall

Dépôt : Le mouvement des cages dans les sites d'eaux douces peut être assez important et a été désigné comme un facteur de perturbation. Dans les Grands Lacs, il a été démontré que les cages se déplacent jusqu'à 40 mètres de leur point d'origine, lorsqu'elles ne sont pas attachées au rivage. C'est beaucoup plus que les cinq mètres déclarés par les auteurs et cela produit une superficie

depositional area does not change, but this is the opposite of findings in the Great Lakes.

de dépôt bien plus grande que celle du site d'établissement des cages. Le document indique que la zone de dépôt globale ne change pas, mais cette déclaration est contraire aux conclusions tirées de l'expérience des Grands Lacs.

Waste releases: The paper is correct in stating that rates of feeding, feed wastage, and fecal production are very important to predict effects on the lake bed or ocean bottom. Farm operations do not all use the same feed formulations. Binding characteristics of the feed can be modified so that fish discharge either strongly cohesive fecal material that settles quickly out of the water column, or slurry-like fecal matter that can be transported further away from the operations. The feed formulation (size, binding, composition) is very important when comparing between sites and predicting the depositional footprint.

Rejets de déchets : Le document indique avec justesse que les pourcentages de déchets issus de l'alimentation, des excédents de nourriture et des mécanismes d'excrétion sont très importants pour prédire les effets sur le lit du lac ou le plancher océanique. Les fermes aquacoles n'emploient pas toutes les mêmes formulations d'aliments. Les caractéristiques des produits liants peuvent être modifiées de sorte que les excréments des poissons prennent la forme de matières fécales plus cohésives qui se déposent rapidement à l'extérieur de la colonne d'eau ou, au contraire, d'une bouillie qui peut être transportée plus loin du site d'exploitation. La formulation d'aliments (taille, liant, composition) est très importante au moment de comparer les sites et de prédire la zone de dépôt.

There are several factors to consider in evaluating the effect of food wastage on nutrient release (modeling effects). Different species will require different feed formulations that will result in different kinds of fecal production. The age of the fish should also be considered, since smaller fish will consume smaller feed pellets, which will be transported further away than larger feed pellets.

Il faut tenir compte de plusieurs facteurs dans l'évaluation de l'effet de l'excédent de nourriture ou du rejet d'éléments nutritifs (modélisation des effets). Les différentes espèces exigent des formulations d'aliments différentes qui produiront différents types de matières fécales. Il faut également prendre en considération l'âge du poisson, puisque les plus petits poissons consommeront des grains de moulée plus petits, qui seront transportés plus loin que les plus gros granulés.

Key parameters that need to be measured in freshwater are phosphorus, nitrogen, total organic carbon, particle size distribution, bio-chemical oxygen demand (BOD) of the feces and feed (to give potential impact on lake bed), as well as settling velocity, which can vary from site to site. The paper states 50% of nitrogen and phosphorus in waste feed and feces is re-mineralized into dissolved forms within five days. This is a huge assumption that needs to be verified for all sites. Specific features will have an effect on how much material will be mineralized, or deposited to the lake

Les paramètres clés qui doivent être mesurés dans l'eau douce sont le phosphore, l'azote, le carbone organique total (COT), la répartition en fonction de la taille des particules, la demande biologique en oxygène (DBO) des fèces et des aliments (pour obtenir l'impact possible sur le lit du lac), ainsi que la vitesse de sédimentation, qui peut varier d'un site à un autre. Le document indique que la moitié de l'azote et du phosphore issus de l'excédent de nourriture et des fèces est reminéralisée sous forme de matières dissoutes à l'intérieur de cinq jours. Cette hypothèse audacieuse doit être vérifiée à tous les sites. Des attributs

bed, or buried before decomposition can occur. In the Great Lakes, effects can be seen ten years after a site has been decommissioned so caution should be used in making generic assumptions. Research on site specific features and the sediment/water interface is strongly suggested.

particuliers auront un effet sur la quantité de matière qui sera minéralisée ou déposée sur le lit du lac, ou enterrée avant que ne survienne la décomposition. Dans les Grands Lacs, les effets peuvent être observés dix ans après qu'un site ait été démantelé, c'est pourquoi il faut faire preuve de prudence en formulant des hypothèses de portée générale. On recommande fortement d'effectuer de la recherche sur les attributs propres au site et sur l'interface eau-sédiment.

Exposure section (transport and dispersal): Hydrodynamics will determine the size and shape of the depositional footprint. Key factors that were not considered in the paper were operational practices and hydrological features. For example, peak feeding occurs in the spring and fall when water temperatures are optimal; therefore, the spring/fall hydrological regime would be most relevant in determining effects from the amount of feed and waste material.

Section sur l'exposition (transport et dispersion) : L'hydrodynamique déterminera la dimension et la forme de la superficie de dépôt. Les pratiques opérationnelles et les caractéristiques hydrologiques sont des facteurs clés qui n'ont pas été pris en considération par les auteurs. À titre d'exemple, les périodes d'alimentation de pointe surviennent au printemps et à l'automne, lorsque la température de l'eau est optimale; par conséquent, le régime hydrologique au printemps et à l'automne serait un facteur pertinent pour déterminer les effets associés à la quantité des matières produites par les processus d'alimentation et les déchets.

Stratification was not mentioned in the paper. In freshwater, this is very important, since in the summer, the water column stratifies and water velocities in the layers differ such that the epilimnion is more energetic than the hyperlimnion. The transport of particles in the epilimnion (5-10 cm/sec) will move much further than in the hyperlimnion (1 cm/sec), but the particles slow down when they hit the hyperlimnion and then slowly settle out to the bottom. It is also important to look at water velocity near the lake bed to look at bed load transport, and estimate sheer stress to determine how much is re-suspended into the water column. It is also important to consider the depth of the thermocline and how it changes over time (it deepens just before turnover) since sites with deep thermoclines will leave a larger depositional footprint than sites with shallower thermoclines.

Le document ne fait pas état de la stratification. Dans le milieu dulcicole, la stratification est très importante puisque, durant l'été, la colonne d'eau est stratifiée et que la vitesse du courant dans ces strates diffère de sorte que l'épilimnion est plus énergétique que l'hypolimnion. Le transport des particules dans l'épilimnion (de 5 à 10 cm/sec) les portera beaucoup plus loin que dans l'hypolimnion (1 cm/sec), mais les particules ralentissent lorsqu'elles atteignent l'hypolimnion avant de se déposer lentement autour sur le fond. Il importe également de tenir compte de la vitesse du courant près du lit du lac pour évaluer le transport de la charge de fond et d'estimer la profondeur des pentes afin de déterminer la quantité de matière qui sera remise en suspension dans la colonne d'eau. Il faut aussi prendre en considération la profondeur de la thermocline et la façon dont elle changera avec le temps (elle s'approfondit juste avant le renversement) puisque les sites présentant de profondes thermoclines

laisseront une empreinte de dépôt sur une plus grande superficie que les sites présentant des thermoclines moins profondes.

Climate events can result in a significant loss of feed (e.g., fish stop feeding during a storm and consequently feed settles to the lakebed). Since feed wastage plays a role in the total flux of carbon to the bottom, a 1% feed wastage rate results in a 10% contribution to the total flux of carbon to the bottom, there will be proportionally higher fecal material than feed wastage on the bottom.

Les conditions climatiques peuvent provoquer une perte considérable dans le processus alimentaire (p. ex., le poisson cesse de s'alimenter durant une tempête et, conséquemment, la nourriture se dépose sur le lit du lac). Comme les excédents de nourriture jouent un rôle dans la libération totale de carbone au fond de l'eau, un taux de 1 p. 100 de gaspillage de moulée se traduit par une contribution de 10 p. 100 à la libération totale de carbone; on trouvera donc au fond proportionnellement plus de matières fécales que de restes de nourriture.

Models: are highly useful and are an important research tool, but they need to be validated for each site because there are site specific features, such as hydrological regime and bathymetry, which will determine how much waste material settles per unit area. Caution should be used when applying the same settling velocity to all operations, because feed pellet size will change for different species, for different growth rates, and different operations.

Modèles : Ils sont extrêmement utiles et constituent un outil de recherche important, mais ils doivent être validés à chacun des sites en raison de leurs attributs particuliers, notamment le régime hydrologique et la bathymétrie, qui déterminent la quantité de résidus déposés par unité de surface. Il faut user de prudence à l'application de la même vitesse de sédimentation à toutes les exploitations, parce que la dimension des grains de moulée change en fonction des différentes espèces, des différents taux de croissance et des différentes exploitations.

Bottom Loading: The settling velocity of feed and feces pellets will determine the shape and size of the dispositional footprint. The scenario outlined in this section can explain to some extent near- and far-field effects, but are highly sensitive to the settling velocity of the waste material and to the hydrological regime.

Charge de fond : La vitesse de sédimentation des grains de moulée et des fèces déterminera la forme et la taille de la zone de dépôt. Le scénario présenté dans cette section peut expliquer dans une certaine mesure les effets à proximité et à distance, mais ils sont très sensibles à la vitesse de sédimentation de l'excédent de nourriture et au régime hydrologique.

Cage array was not looked at in this section, but would be applicable. Cages attached to shore or with multiple moorings will also affect the depositional footprint. The direction of the main axis of the cage array to the current is critical. For example, if the main axis of the cage array is perpendicular to the current velocity then the depositional footprint will be much larger than if it was parallel. This is not new,

Les auteurs ne se sont pas intéressés à la disposition des cages dans cette section, mais ce point serait pertinent. Les cages fixées au rivage ou à divers ancrages auront également une incidence sur la zone de dépôt. L'orientation de l'axe principal de l'arrangement des cages par rapport au courant est un facteur critique. À titre d'exemple, si l'axe principal de l'arrangement de cages est perpendiculaire à la vitesse du

and easily modelled, but should be included in the paper.

In bio-loading, the carbon flux is similar between fresh and marine sites. Flocculation, re-suspension, and bed-load transport are important information gaps, particularly for hard bottoms which are more energetic, and identifying where the depositional areas are located. Also missing in the paper is a section on siting, which is an important component. Sites are identified by specific features based on sensitivity to eutrophication, etc.

Further research is needed on recovery over different time scales and on sulphides and ammonia and linking those to biological effects.

DISCUSSION HIGHLIGHTS

- Non-salmonid species were not covered in the paper; a growing body of data on other species could be incorporated.
- Some shellfish pathways are missing.
- There is a difference in risk between suspended and bottom shellfish culture. With 3-dimensional suspended shellfish culture the entire volume in the water column is used, whereas bottom shellfish culture is two dimensional. A much larger biomass can be held in the water column, so biomass is more important than species.
- There was no discussion on infrastructure, the size of the shellfish farm footprint, and the orientation of the suspended lines on current dynamics of the area.

courant, la zone de dépôt sera beaucoup plus vaste que s'il se trouve en parallèle. Ce fait n'est pas nouveau, et il est facile à modéliser, mais il doit être indiqué dans le document.

Dans la charge biologique, la libération de carbone est semblable dans les sites d'eaux douces et marins. La floculation, la remise en suspension et le transport de la charge de fond constituent des lacunes importantes sur le plan de l'information, particulièrement pour les fonds durs qui sont plus énergétiques, et il faudrait repérer les zones de dépôt. Le document aurait dû comprendre une section sur le choix de site, qui est un volet important. Les sites sont choisis en fonction d'attributs particuliers, selon leur sensibilité à l'eutrophisation, etc.

De plus amples recherches seraient nécessaires relativement au rétablissement selon différentes échelles de temps, ainsi qu'au sulfure et à l'ammoniac, et au rapport entre ces éléments et les effets biologiques.

FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS

- Le document ne fait pas état des espèces autres que le saumon; on pourrait y ajouter l'information disponible sur d'autres espèces.
- Il manque certaines séquences liées à la conchyliculture.
- On constate une différence sur le plan des risques entre la culture en suspension et la culture sur le fond. Avec une conchyliculture tridimensionnelle en suspension, on utilise la totalité du volume de la colonne d'eau, alors que la culture sur le fond est bidimensionnelle. Une bien plus grande quantité de biomasse peut être contenue dans la colonne d'eau, donc la biomasse est plus importante que l'espèce.
- Il n'y a eu aucune discussion au sujet de l'infrastructure, de la taille de l'empreinte des fermes conchylicoles et de l'orientation des lignes de suspension en fonction de la dynamique des courants de la zone.

- Phytoplankton productivity is temperature dependent, but as well depends on site conditions, e.g., in Newfoundland where nutrient levels peak with the movement of the ice and exposure to light.

- La productivité du phytoplancton dépend de la température, mais également des conditions du site, p. ex., à Terre-Neuve, où les niveaux des éléments nutritifs atteignent des sommets suivant le mouvement de la glace et l'exposition à la lumière.

- Regarding the deposition below finfish cages, the focus is not on the primary impact ('smothering'), but the secondary impact, (production of sulphides, a microbial activity). Accumulation of material beyond a site's carrying capacity is a long-term management concern since the production of by-products (e.g., methane, sulphides, and perhaps carbon dioxide, etc.) can impact the habitat and the sustainability of aquaculture on the site.

- Concernant le dépôt sous les cages des poissons à nageoires, l'accent n'a pas été mis sur l'incidence première (l'étouffement), mais plutôt sur l'incidence secondaire, (la production de sulfure, une activité microbienne). L'accumulation de matières surpassant la capacité biotique d'un site est une préoccupation de gestion à long terme puisque la production de sous-produits (p. ex., le méthane, le sulfure et peut-être même le dioxyde de carbone, etc.) peut avoir des répercussions sur l'habitat et sur la durabilité de l'aquaculture dans le site.

- In these papers, there is a great deal of uncertainty in the information and very little can be said with certainty regarding impacts. If this CSAS process is rushed and only some elements are considered then management may make decisions based on information with limited certainty. This is of concern because if Canada wants to increase aquaculture and management decisions then this will be made on suspect or insufficient data.

- Dans ces documents, on constate beaucoup d'incertitudes par rapport à l'information et très peu d'affirmations peuvent être faites avec certitude au sujet des impacts. Si le présent processus de consultation du SCCS est précipité et que seuls quelques éléments sont pris en considération, alors la direction risque de prendre des décisions fondées sur de l'information plutôt incertaine. Ce fait est préoccupant parce que, si le Canada souhaite prendre davantage de décisions au sujet de l'aquaculture et de la gestion, celles-ci devront reposer sur de l'information sujette à caution ou insuffisante.

- A section on what an ecosystem would be like without aquaculture will not be added to the paper. As knowledge is added to the POE, it may be possible to specify which industry, aquaculture or another, is responsible for causing a problem.

- On n'ajoutera pas de section au document sur ce que serait l'écosystème sans l'aquaculture. À mesure que l'on ajoutera des éléments de connaissance aux SE, il pourrait être possible de préciser qui de l'industrie, de l'aquaculture ou de toute autre activité, est responsable de la cause d'un problème.

PATHWAY OF EFFECTS BETWEEN WILD AND FARMED FINFISH AND SHELLFISH IN CANADA: POTENTIAL FACTORS AND INTERACTIONS IMPACTING THE BI-DIRECTIONAL TRANSMISSION OF PATHOGENS

PRESENTATION HIGHLIGHTS

Co-author: S. Jones

Pathways link stressors, such as the release of pathogens, to effects in wild and farmed fish populations and changes in populations or community dynamics. The scientific literature was used to support or challenge the POEs, to determine their validity, and comprehensiveness, to identify missing stressor-effect linkages, and to describe the state of knowledge for each identified linkage.

Examples of stressor-effect-pathways using well studied model pathogens were taken from the literature. Four pathogens, one shellfish and three finfish, were highlighted in the paper to show stressor linkages in the pathways: MSX (*Haplosporidium nelsoni*), ISAV (Infectious Salmon Anaemia Virus), *Renibacterium salmoninarum*, and *Aeromonas salmonicida*. An extensive background was provided for each pathogen: what they are, host (susceptible) species, and the environmental factors that provide the context for the associated disease to develop. The paper also discusses the introduction of pathogens, their diversity, transmission in aquatic animals, pathogens in wild populations, exposure vs. infection, and measuring the impact of pathogens and disease in wild populations. The same principles apply to shellfish and finfish pathogens.

SÉQUENCE D'EFFETS ENTRE LES POISSONS À NAGEOIRES ET LES MOLLUSQUES MARINS D'ÉLEVAGE ET SAUVAGES AU CANADA : FACTEURS POTENTIELS ET INTERACTIONS AYANT UNE INFLUENCE SUR LA TRANSMISSION BIDIRECTIONNELLE DES AGENTS PATHOGÈNES

FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION

Coauteur : S. Jones

Les séquences relient les facteurs de perturbation, par exemple la libération d'agents pathogènes, aux effets chez les populations de poissons d'élevage et sauvages et aux changements survenant dans la dynamique des populations ou des communautés. On s'est servi de la documentation scientifique pour étayer et remettre en question les SE, afin de déterminer leur validité et leur intégralité, pour repérer les liens manquants entre les facteurs de perturbation et les effets, et pour décrire l'état des connaissances pour chacun des liens établis.

On a puisé dans la documentation des exemples de séquences d'effets liées aux facteurs de perturbation établis à partir de modèles bien documentés sur les agents pathogènes. Quatre agents pathogènes, un associé à la conchyliculture et trois aux poissons, ont été mis en évidence dans le document pour montrer les liens entre les facteurs de perturbation dans les séquences : MSX (*Haplosporidium nelsoni*), ISAV (l'anémie infectieuse du saumon), la maladie rénale bactérienne (*Renibacterium salmoninarum*) et *Aeromonas salmonicida*. On a fourni beaucoup de données sur chacun des agents pathogènes : ce qu'ils sont, les espèces hôtes (ou susceptibles de l'être), et les facteurs environnementaux qui procurent les conditions pour que la maladie associée se développe. Le document traite également de l'introduction des agents pathogènes, de leur diversité, de la transmission chez les animaux aquatiques, des agents pathogènes présents chez les populations sauvages, de l'exposition par opposition à l'infection, et de la mesure de l'impact des agents pathogènes et de la

maladie chez les populations sauvages. Les mêmes principes s'appliquent aux agents pathogènes des mollusques marins et des poissons.

The initial stressor-effect-pathway recognizes the importance of the release of pathogens from cultured populations and their effect on wild or farmed populations. It is important to recognize that pathogens are ubiquitous in all wild aquatic animal populations in marine and freshwater environments. Viruses, bacteria and parasites occur naturally in wild populations around the world and are a normal part of the fauna in the aquatic environment. For example, wild Pink salmon populations have around 23 documented parasite species in British Columbia. In salmon aquaculture, salmon fry are reared in freshwater, tested for pathogens, and may be vaccinated prior to release in sea water. They are free of disease when first put into sea water and their risk of acquiring a disease increases the longer they are exposed to pathogens in the marine environment.

La première séquence entre les facteurs de perturbation et les effets reconnaît l'importance de la libération d'agents pathogènes des populations d'élevage et de leur effet sur les populations sauvages ou d'élevage. Il est important de reconnaître que les agents pathogènes sont omniprésents chez toutes les populations d'animaux aquatiques sauvages, en milieux marins et dulcicoles. Les virus, les bactéries et les parasites sont présents naturellement chez les populations sauvages de partout dans le monde et ils font partie intégrante de la faune du milieu aquatique. À titre d'exemple, on recense chez les populations sauvages de saumon rose en Colombie-Britannique, environ 23 espèces de parasites documentés. Dans l'aquaculture du saumon, les alevins sont élevés en eau douce, testés pour la détection d'agents pathogènes, et peuvent être vaccinés avant d'être relâchés dans l'eau de mer. Ils ne présentent pas de maladie lorsqu'ils sont libérés pour la première fois dans l'eau de mer et le risque qu'ils attrapent une maladie augmente en fonction de la durée de leur exposition aux agents pathogènes du milieu marin.

Infections in cultured organisms originate from marine reservoir species in the wild, but can re-infect back into wild populations; however, very little epidemiological data are available for pathogens in wild populations. Levels of infection in wild populations can vary over time (year to year). The dissemination and the risk associated with pathogen transfer, as a consequence of exposure, is disease or some other debilitation associated with the infection in the host. It is clear from research that disease is not simply a function of exposure to a pathogen, but a function of the coincidence of appropriate environmental conditions and host(s).

Les infections présentes chez les organismes en culture proviennent à l'origine de réservoirs marins des espèces sauvages, mais elles sont retransmises aux populations sauvages; cependant, on dispose de très peu de données épidémiologiques sur les agents pathogènes présents au sein des populations sauvages. Le niveau d'infection des populations sauvages peut varier au fil du temps (d'année en année). La dissémination et le risque associé au transfert des agents pathogènes, comme une conséquence à l'exposition, est la maladie ou un certain effet débilitant lié à l'infection de l'hôte. Il est évident, à la lumière de la recherche, que la maladie n'est pas simplement causée par l'exposition à un agent pathogène, mais qu'elle est plutôt fonction de la coïncidence d'un environnement approprié avec un ou des hôtes.

Aquaculture provides the conditions for rapid and efficient transmission of pathogens because of the close proximity of fish and it may serve as a source of infection to other farmed or wild fish populations. This reinforces the importance of bi-directional movement of pathogens between wild and farmed fish and farmed and wild fish. The challenge is measuring and understanding the significance of bi-directional movement when there is very little information on pathogen levels or effects in wild populations.

L'aquaculture procure les conditions à une transmission rapide et efficace des agents pathogènes en raison de la proximité des poissons, et elle peut devenir une source d'infection pour d'autres populations d'élevage ou sauvages. Cela vient renforcer l'importance de la transmission bidirectionnelle des agents pathogènes entre les poissons sauvages et d'élevage et *vice versa*. Le défi consiste à mesurer et à comprendre l'importance de cette transmission bidirectionnelle alors qu'il existe très peu d'information sur les niveaux des agents pathogènes ou sur les effets chez les populations sauvages.

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS

Presenter: N. Gagné

The document has objectively demonstrated the bi-directional transfer of pathogens; however, there are several areas that should be clarified.

It is known that the increased density of animals within farms likely increases disease transmission on sites. The low density of fish in the wild is thought to protect fish from disease transmission, but this is not demonstrated often or clearly in literature.

Crucial data on life cycles and important ecological aspects of pathogens are still lacking in order to understand the epidemiology of a pathogen.

The long distance transport of pathogens (often a human factor) is a definite cause of disease spread.

There is often evidence that the first occurrence of a disease in cultured animals originates from the wild. However, the extent to which future infections are derived from wild or other infected farm animals can be unclear in many cases.

FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS

Présentateur : N. Gagné

Le document a démontré objectivement la transmission bidirectionnelle des agents pathogènes; cependant, plusieurs aspects auraient besoin de précision.

Il est connu que la densité accrue d'animaux dans les fermes augmente probablement la transmission de maladie. On pense que la faible densité des poissons dans la faune aquatique les protège de la transmission de maladie, mais cela n'a pas été démontré souvent ni clairement dans la documentation.

Il manque encore des données essentielles sur le cycle biologique et sur des aspects écologiques importants des agents pathogènes afin d'en pouvoir comprendre l'épidémiologie.

Le transport d'agents pathogènes sur de longues distances (souvent un facteur humain) est une cause indiscutable de la propagation des maladies.

Il est souvent démontré que la première occurrence d'une maladie chez les animaux d'élevage a pour point de départ la faune. Toutefois, dans bien des cas, il n'est pas toujours évident de déterminer la mesure selon laquelle les infections futures sont causées par un animal sauvage ou un autre animal infecté

du même élevage.

The health of wild fish is difficult to document, since infections in wild fish are sometimes detected, but often difficult to link to disease. Observations suggest evidence of transmission, but hard evidence is lacking and few reports are published, as outbreaks in wild populations are rarely documented. For example, ISA and *Aeromonas salmonicida* existed in wild fish prior to the development of aquaculture. They are unusual pathogens since most pathogens and hosts have struck a delicate balance between pathogenicity and host responses, so most pathogens do not result in serious disease outbreaks. Fish farms may increase pathogen transmission between farms due to higher densities and by attracting wild fish to the farm vicinities.

Il est difficile de documenter la santé des poissons sauvages puisque les infections sont parfois détectées mais souvent difficiles à relier à une maladie. Les observations suggèrent des preuves de transmission, mais il manque des preuves tangibles et peu de rapport sont publiés, puisque les éclosions au sein des populations sauvages font rarement l'objet de recherche. À titre d'exemple, l'anémie infectieuse du saumon et *Aeromonas salmonicida* existaient chez le poisson sauvage bien avant le développement de l'aquaculture. Ces deux organismes sont inusités puisque la plupart des agents pathogènes et des hôtes établissent un équilibre délicat entre le pouvoir pathogène et la réaction de l'hôte, de sorte que la plupart des agents pathogènes ne provoquent pas d'éclosions de maladie grave. Les fermes piscicoles peuvent favoriser la transmission d'agents pathogènes entre elles en raison de la forte densité de poissons et parce qu'elles attirent des poissons sauvages à proximité.

Factors that affect the ability to determine risks associated with pathogen transmission in the wild include the complexity of disease interactions and the difficulty in quantifying the impact of the pathogen on its host. It is also difficult to quantify the level of bi-directional transfer between farmed and wild fish.

Parmi les facteurs qui ont une incidence sur la capacité à déterminer les risques associés à la transmission des agents pathogènes à la faune aquatique, mentionnons la complexité des interactions entre les maladies et la difficulté à quantifier l'impact de l'agent pathogène sur son hôte. Il est également difficile de quantifier le niveau de transfert bidirectionnel entre les poissons d'élevage et sauvages.

Climate and environmental changes are variables that can modify a fine balance between hosts and pathogens. A number of climatic factors, such as temperature, salinity, organic pollutants, etc. can affect pathogen transmission, and the potential for disease to develop.

Les changements sur le plan du climat et de l'environnement constituent des variables qui peuvent modifier l'équilibre délicat entre les hôtes et les agents pathogènes. Un certain nombre de facteurs climatiques, notamment la température, la salinité, les polluants organiques, etc. peuvent jouer sur la transmission des agents pathogènes, et sur le potentiel de la maladie à se développer.

Presenter: Sonja Saksida

Présentatrice : Sonja Saksida

The paper provided a very good introduction on disease and infection,

Le document présente une très bonne introduction sur les maladies et les infections,

which is necessary in order to understand interactions in the environment. The disease examples were good choices: MSX, a serious reportable disease in oysters; ISA, a serious reportable disease in salmon; furunculosis, historically a serious disease in farmed and wild fish; and BKD, which is a significant disease in wild and cultured Pacific salmon.

de l'information nécessaire pour comprendre les interactions du milieu. Les exemples portant sur les maladies constituent de bons choix : la maladie MSX, une maladie grave des huîtres à déclaration obligatoire; l'anémie infectieuse du saumon, une maladie grave du saumon à déclaration obligatoire; la furonculose, une maladie grave chez les poissons d'élevage et sauvages; et la maladie rénale bactérienne, qui est une maladie répandue chez le saumon du Pacifique sauvage et d'élevage.

There are several principles of disease: 1) the presence of a pathogen does not equate disease or that it will have an effect on the population, 2) as diagnostic techniques become more sensitive (e.g., PCR), a positive test does not equate disease or even infection, and 3) wild populations are agreed to be the original source of infections either to other wild populations or cultured species.

Il existe plusieurs principes liés à la maladie : 1) la présence d'un agent pathogène ne signifie pas l'apparition d'une maladie ou qu'il aura un effet sur la population; 2) avec la plus grande sensibilité des techniques de diagnostic (p. ex., PCR), un test positif ne signifie pas qu'il y a une maladie ou même une infection; et 3) on convient que les populations sauvages sont la source d'origine des infections, les transmettant à d'autres populations sauvages ou à d'autres espèces d'élevage.

The current knowledge of disease status in cultured finfish species, other than salmonids, is not as well known due to a poor understanding of the pathologies and the availability/development of the appropriate diagnostic tests to determine etiology of disease. There are few baseline studies or surveillance of pathogens in wild aquatic species and little information on currently known diseases or emerging infectious diseases. More is known about infections in captive populations, particularly in finfish culture.

L'état actuel des connaissances sur les maladies chez les espèces de poissons d'élevage, autres que les salmonidés, n'est pas très développé en raison d'une mauvaise compréhension des pathologies et de la disponibilité et du développement de tests diagnostics appropriés visant à déterminer l'étiologie de la maladie. On dispose de quelques études de base ou de surveillance des agents pathogènes chez les espèces aquatiques sauvages et de peu d'information sur les maladies connues ou les maladies infectieuses émergentes. On en sait un peu plus sur les infections chez les populations captives, en particulier concernant l'aquaculture des poissons.

The authors should also add: horizontal transmission (wild to cultured to wild) of infected live fish/mortalities/escapes from farms, infected live fish from enhancement/ranching, and infected by-products (blood, feces, offal). Vertical transmission is the passage of a pathogen from the parents (paternal and/or maternal) to offspring, which would be important if

Les auteurs devraient également ajouter ces éléments : la transmission horizontale (des espèces sauvages à celles d'élevage et *vice versa*) des poissons vivants infectés/mortalités/évasions des fermes, des poissons vivants infectés issus de l'enrichissement ou de l'élevage, et des sous-produits infectés (sang, fèces, abats). La transmission verticale, qui désigne le passage

wild and farmed fish could interbreed. Lastly, vectors include animate and inanimate objects rather just than living organisms.

d'un agent pathogène par les parents (mâle ou femelle) à la descendance, pourrait devenir importante si les poissons sauvages et d'élevage se croisaient. En dernier lieu, les vecteurs comprennent les objets animés et inertes, plutôt que les seuls organismes vivants.

A necessary cause section could be added. For example, the necessary cause of BKD is the presence of the pathogen *Renibacterium salmoninarum*. However, for sufficient cause, the bacteria, susceptible species, environmental factors such as high temperature or stress are all present. In the section on biology of a pathogen, the authors may want to discuss/define the terms infectivity (the ability of a pathogen to infect an individual), pathogenicity (the ability of a pathogen to make an infected individual sick), and virulence (the ability of the pathogen to make an individual seriously sick or kill the individual) and their importance in determining the seriousness of a pathogen. A lot of these words are erroneously used interchangeably.

On pourrait ajouter une section sur la cause nécessaire. À titre d'exemple, la cause nécessaire de la maladie rénale bactérienne est la présence de l'agent pathogène *Renibacterium salmoninarum*. Toutefois, comme cause suffisante, la bactérie, les espèces à risques, les facteurs environnementaux, comme la température élevée ou une perturbation, sont tous présents. Dans la section sur la biologie de l'agent pathogène, les auteurs pourraient vouloir discuter des termes suivants, ou les définir : infectiosité (capacité d'un agent pathogène à infecter un individu); pathogénicité (pouvoir d'un agent pathogène à rendre malade un individu infecté); et virulence (capacité de l'agent pathogène à rendre gravement malade ou à tuer un individu); ainsi que de leur importance pour déterminer la gravité d'un agent pathogène. Plusieurs de ces mots sont utilisés à tort comme s'ils étaient interchangeables.

Conclusions:

1) Surveillance programs need to be developed to assess the health in the wild and enhanced/ranched populations which should include: i) the development of better diagnostic tools to reduce lethal sampling, ii) the adoption of a multidisciplinary approach to identify underlying causes and to control the spread of disease iii) the archiving of samples to allow the ability to examine for diseases retrospectively;

2) Monitoring of farmed animals may provide the first clue of an emerging infectious disease (EID);

3) Monitor the environment since changes in climate can affect infection/disease patterns.

Conclusions :

1) Afin d'évaluer la santé des populations sauvages et enrichies ou d'élevage, on doit développer des programmes de surveillance qui comprennent les éléments suivants : i) la conception de meilleurs outils de diagnostic visant à diminuer l'échantillonnage mortel; ii) l'adoption d'une approche multidisciplinaire visant à déterminer les causes sous-jacentes et à contrôler la propagation des maladies; iii) l'archivage des échantillons afin qu'il soit possible de les examiner ultérieurement à la recherche de maladies.

2) La surveillance des animaux d'élevage pourrait procurer le premier indice d'une maladie infectieuse émergente (MIE).

3) La surveillance de l'environnement puisque les changements de climat ont la capacité d'influencer les cycles des infections et des maladies.

Presenter: P. Byrne (*in absentia*)

The authors did a good job at touching on the important areas within the topic of host-pathogen interactions involving wild and farmed aquatic animals. It was sometimes unclear whether the goal was to provide a qualified 'strength of evidence' from the most recent literature/mass of evidence or whether the information was being selected to give a general sense of the knowledge and challenges. The review *partially* satisfied the objective of describing the documented biological implications of the effects on overall ecosystem function.

A major conclusion from this paper was that '... no conclusive evidence has been found attributing adverse changes in wild salmon caused by disease transmission...however, as will be discussed,...data was limited'. This statement and the presented evidence (including many evidence gap areas) could be inferred as minimizing the usefulness for definitive conclusions being made concerning pathogen transfer from farmed to wild populations. However, a clear and abbreviated (not comprehensive) state of knowledge is established that points to what basic issues and questions still exist and how answering these questions concerning ecosystem function should be approached.

The authors identified major knowledge gap areas (notably the dearth of baseline data concerning wild populations as well as other broad and more specific gap areas). The authors also provided an argument supporting the complex approaches that would be required to address questions of pathogen movements between farmed and wild populations.

Présentateur : P. Byrne (*in absentia*)

Les auteurs ont fait un excellent travail en abordant les aspects importants des interactions entre les hôtes et les agents pathogènes impliquant les animaux aquatiques sauvages et d'élevage. Cependant, il était parfois difficile de déterminer si leur but visait à fournir la « force de la preuve » à partir des publications les plus récentes et de la masse de preuves, ou si l'information avait été sélectionnée pour donner un aperçu général de l'état des connaissances et des défis à relever. L'examen a satisfait *partiellement* à l'objectif de description des répercussions biologiques documentées sur l'ensemble des fonctions de l'écosystème.

L'une des principales conclusions de ce document était qu'« [...] aucune preuve concluante n'avait été découverte permettant d'attribuer les changements défavorables observés chez le saumon sauvage à la transmission de maladie [...] cependant, comme il en sera question, [...] les données étaient limitées ». On pourrait laisser entendre que cet énoncé et les preuves présentées (y compris les nombreux aspects lacunaires sur le plan des preuves) minimisent l'utilité de formuler des conclusions définitives sur le transfert des agents pathogènes des fermes d'élevage vers les populations sauvages. Toutefois, on établit un état des connaissances précis et abrégé (non complet) qui indique les enjeux et questions fondamentales encore pertinentes et quelle devrait être l'approche en vue de répondre à ces questions concernant les fonctions de l'écosystème.

Les auteurs ont recensé les principales lacunes sur le plan des connaissances (notamment la pauvreté des données de référence concernant les populations sauvages ainsi que d'autres aspects lacunaires généraux et plus spécifiques). Les auteurs ont également avancé un argument à l'appui des approches complexes qui seraient requises pour aborder la question du mouvement des agents pathogènes entre les populations d'élevage et sauvages.

DISCUSSION HIGHLIGHTS

- It is difficult to control some disease pathways when there are no treatments.
- More clarity is needed on the impact of stressors on pathogens, are they harmful or beneficial. Agree we know very little about diseases in the wild. The US Fish and Wildlife has a database that began in 1979, where fish operators can report the detection of fish pathogens. Kenn Brooks has used it to show where IHN has been reported. This might be a good place to find some understanding of the prevalence of these diseases.
- DFO regional aquatic animal health labs have a database for recording diagnostic results.
- No systemic survey of the disease status of wild populations is being done in Canada.
- Sea lice are an actively researched area. This paper focussed on general disease transmission principles that apply equally to viruses, parasites, and bacteria diseases. The choice of pathogens was not meant to de-emphasize the importance of sea lice, but to emphasize that there are other significant pathogens in wild/famed interactions that are equally well studied, but do not receive the same level of attention.
- Biosecurity was not included in the paper, but is an important management issue.
- Data shows that biosecurity measures

FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS

- Il est difficile de contrôler les voies de pénétration de certaines maladies lorsqu'il n'existe aucun traitement.
- Il faudrait préciser davantage l'incidence des facteurs de perturbation sur les agents pathogènes : sont-ils nuisibles ou bénéfiques? Il est vrai que nos connaissances sont très limitées au sujet des maladies touchant les populations sauvages. Le United States Fish and Wildlife possède une base de données créée en 1979 dans laquelle les exploitants de pisciculture peuvent déclarer la détection d'agents pathogènes chez leurs poissons. Kenn Brooks s'en est servi pour montrer à quels endroits la nécrose hématopoïétique infectieuse (NHI) a été déclarée. Cet outil pourrait être utile pour aller chercher de l'information sur la prévalence de ces maladies.
- Les laboratoires régionaux pour la santé des animaux aquatiques du MPO disposent d'une base de données pour l'enregistrement des résultats diagnostiques.
- Aucun relevé systémique de la situation de la santé des populations sauvages n'est effectué au Canada.
- On effectue cependant de la recherche intensive sur le pou du poisson. Ce document porte sur les principes généraux de transmission des maladies qui s'appliquent autant aux maladies virales, parasitaires que bactériennes. Le choix des agents pathogènes ne visait pas à moins mettre l'accent sur le pou du poisson mais plutôt à faire valoir que d'autres agents pathogènes importants impliqués dans les interactions entre les populations sauvages et d'élevage ont aussi fait l'objet d'études intéressantes, sans toutefois qu'on y prête autant d'attention.
- On n'a pas abordé dans le document la biosécurité, même si c'est un enjeu de gestion important.
- Les données indiquent que les mesures

have worked to control the spread of ISA.

de biosécurité ont été efficaces pour contrôler la propagation de l'anémie infectieuse du saumon.

PATHWAYS OF EFFECTS OF NOISE ASSOCIATED WITH QUACULTURE ON NATURAL MARINE ECOSYSTEMS IN CANADA

SÉQUENCE D'EFFETS DU BRUIT ASSOCIÉ À L'AQUACULTURE SUR LES ÉCOSYSTÈMES MARINS NATURELS AU CANADA

PRESENTATION HIGHLIGHTS

FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION

Author: P. Olesiuk

Auteur : P. Olesiuk

Noise is a simple POE that is linked to the use of industrial equipment. The authors separated the sounds generated by aquaculture operations into 3 categories: 1) predator deterrents which generate intense sounds with the purpose of deterring predator attacks on net pens Originally the deterrents were sea lion bombs and cracker shells (pyrotechnic devices), but have been replaced more recently with electronic acoustic harassment devices (AHDs); 2) daily operational noise routinely generated by machinery and equipment – no study has been done on the noise levels at aquaculture sites, although similar equipment is used in other marine industries; 3) very loud noise associated with activities like blasting and pile driving may occasionally be produced in developing or decommissioning aquaculture infrastructure. The latter was not considered routine noise generated by aquaculture and considered outside the scope of this paper.

Le bruit est une simple SE qui est liée à l'utilisation de l'équipement industriel. Les auteurs ont séparé les bruits produits par les activités d'aquaculture en trois catégories : 1) les dispositifs d'effarouchement des prédateurs qui produisent des sons intenses dans le but de les dissuader d'attaquer les cages en filet. À l'origine, ces dispositifs étaient des bombes et des fusées explosives pour contrer les otaries (dispositifs pyrotechniques), mais ils ont été remplacés récemment par des dispositifs de harcèlement acoustiques (DHA) électroniques; 2) les bruits des activités quotidiennes produits par la machinerie et l'équipement – aucune étude n'a été réalisée sur le niveau de bruit des sites d'aquaculture, bien que de l'équipement semblable soit utilisé dans d'autres secteurs d'activités marines; 3) des bruits très forts associés aux activités, comme le dynamitage et le battage de pieux, sont produits à l'occasion lors de l'installation ou de la désinstallation d'infrastructures d'aquaculture. Cette dernière catégorie n'a pas été retenue comme faisant partie des bruits coutumiers produits par l'aquaculture et on a jugé qu'elle ne cadrait pas dans la portée de ce document.

Water is an efficient medium for transmitting noise and some aquatic animals are very sensitive to underwater sound. Some aquatic species, particularly whales and porpoises, use sound extensively to communicate and echolocate, and hearing is one of their most important senses.

L'eau est un véhicule efficace pour propager le bruit et certains animaux aquatiques sont très sensibles aux sons émis sous l'eau. Certaines espèces aquatiques, particulièrement les baleines et les marsouins, émettent des sons pour la communication et l'écholocalisation, et l'audition est leur sens le plus important.

The authors of the working paper: 1) compiled available information on the

Les auteurs du document de travail : 1) ont compilé l'information disponible sur les sons

sounds associated with aquaculture; 2) reviewed literature on the effects of noise on aquatic animals; and 3) developed a general framework to assess the potential range of physiological injury, such as hearing loss, and a broader zone of influence where animals may or may not behaviourally respond to sounds that are audible

Several characteristics of sound determine its effect on aquatic animals. The intensity of a sound source is measured at a reference distance (1 metre) in decibels (log scale). The duration of the sound, such as whether its continuous or pulsed, is also important. Pulsed sounds with high and low peak energies are more likely to cause injury, and animals are more likely to behaviourally respond to long, continuous sounds than to brief, infrequent sounds. Frequency is important since hearing sensitivity varies with frequency and among species. For example, toothed whales can typically hear very high frequencies, whereas fish are typically not as sensitive and hear lower frequencies. The last characteristic of sound to consider is particle motion. For fish, this may be more important than the actual pressure wave, but it is difficult to measure and research is limited.

Sound exposure levels depend on the intensity of the sound source, its distance from the animal, and on how the sound propagates through the water. Various factors result in attenuation of sound levels with distance. The most important and simplest is geometric spreading, in which the sound energy is 'diluted' over a larger and larger area. Higher frequency sounds are also absorbed by seawater, whereas lower frequency sounds can potentially be broadcast across deep, open ocean basins. Other factors can cause deviations from simple spreading models, such as scattering by particulate matter in the water

associés à l'aquaculture; 2) ont passé en revue la documentation sur les effets du bruit sur les animaux aquatiques; et 3) ont élaboré un cadre général afin d'évaluer l'éventail possible des blessures physiologiques, notamment la perte auditive, et une zone plus vaste d'influence où les animaux peuvent ou non réagir aux sons audibles en modifiant leurs comportements.

Plusieurs caractéristiques du bruit déterminent de ses effets sur les animaux aquatiques. L'intensité d'une source sonore est mesurée en décibels (échelle logarithmique) à une distance de référence (un mètre). Il est également important de tenir compte de la durée du son, qu'il soit continu ou pulsé. Les sons pulsés affichant des signaux élevés et faibles sont plus susceptibles de causer des blessures, et les animaux sont plus susceptibles de manifester des réactions comportementales à des sons longs et continus qu'à des sons brefs et sporadiques. La fréquence est importante puisque la sensibilité auditive varie selon la fréquence et entre les espèces. À titre d'exemple, les baleines à dents captent généralement de très hautes fréquences, alors que les poissons n'y sont pas sensibles et captent généralement les fréquences plus basses. Le mouvement des particules est la dernière caractéristique du son dont il faut tenir compte. Pour les poissons, ce mouvement pourrait être plus important que l'onde de pression, mais il est difficile d'en mesurer l'importance et la recherche à ce sujet est limitée.

Les niveaux d'exposition au bruit (SEL) dépendent de l'intensité de la source sonore, de sa distance par rapport à l'animal, et de la manière dont le son se propage dans l'eau. Divers facteurs peuvent atténuer le niveau de bruit avec la distance. La propagation géométrique, soit la dilution de l'énergie acoustique dans une vaste zone, est le plus important et le plus simple de ces facteurs. Les sons des plus hautes fréquences sont également absorbés par l'eau de mer, tandis que les sons des plus basses fréquences risquent de se propager entre les bassins océaniques profonds en haute mer. D'autres facteurs risquent de provoquer des déviations

column, and reflection and transmission when the sound pressure wave hits the bottom or water/air interface.

à partir de modèles de propagation simple, par exemple la diffusion acoustique par la matière particulaire dans la colonne d'eau, et la réflexion et la transmission lorsque l'onde de pression acoustique atteint le fond ou l'interface eau-air.

Intense sounds at close range can cause physiological damage, resulting in permanent hearing loss or reduced sensitivity to certain frequencies. Less intense sounds can cause temporary hearing loss, and chronic exposure can lead to permanent hearing loss. Behavioural responses are difficult to quantify. Marine mammals use sound extensively for communication and echolocation, and anthropogenic sounds can mask their vocalizations, or it could interfere with prey such as seals that listen for sounds made by predators (killer whales) and potentially make them more susceptible to predators. Aquatic animals may avoid anthropogenic sounds that are uncomfortable or unfamiliar, be displaced from their habitat.

Les sons intenses à proximité peuvent causer des dommages physiologiques, qui se traduiront par une perte auditive permanente ou une sensibilité diminuée à certaines fréquences. Les sons moins intenses peuvent également causer des pertes auditives temporaires, et une exposition chronique à de tels sons pourrait conduire à une perte auditive permanente. Il est difficile de quantifier les réactions comportementales. Les mammifères marins se servent beaucoup des sons pour la communication et l'écholocalisation, et les sons de source anthropique risquent de masquer leurs chants ou d'interférer avec leurs proies, par exemple les phoques qui sont à l'affût des sons émis par les prédateurs (les épaulards) et dont l'interférence les rend plus vulnérables aux prédateurs. Les animaux aquatiques peuvent également éviter les sons de source anthropique qui les incommodent ou ne leur sont pas familiers, ce qui les éloigne de leur habitat.

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS

FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS

Presenter: J. Terhune

Présentateur : J. Terhune

The review is thorough and well-documented, but the effect of sound pressure over distance needs clarification. The sound pressure level in spherical spreading drops six decibels every time the distance is doubled. For example, with a distance of 1 m to 2 m, the number of decibels drops by a factor of six. Initially the drop is precipitous the closer to the sound source, but then declines gradually over great distances. In high amplitude sounds, the amplitude will drop considerably with distance from the source, until there is almost no difference. With distance, there is a switch from cylindrical to spherical spreading.

L'examen est minutieux et bien documenté, mais il serait bon de préciser l'effet de la pression acoustique en relation avec la distance. Lors de la dispersion sphérique, le niveau de pression acoustique diminue de six décibels chaque fois que l'on double la distance. À titre d'exemple, dès que la distance passe d'un mètre à deux mètres, le nombre de décibels diminue d'un facteur de six. Au début, la diminution est abrupte plus on est près de la source sonore, mais elle diminue graduellement à mesure que la distance augmente. Pour les sons de grande amplitude, l'amplitude diminue considérablement avec la distance de la source, jusqu'à ce qu'on ne constate pratiquement plus de différence. Avec la distance, on observe le passage de la

dispersion cylindrique à la dispersion sphérique.

In cylindrical spreading, three decibels are lost with the doubling of the distance. Published hearing thresholds of marine mammals are determined in the lab with sound trained animals. The threshold measure would be so faint that the animal would fail to recognize its presence from very faint background noise. In order for a signal to be detected it has to be several decibels above the background noise (critical ratio signal to noise ratio). The critical ratio must be higher at higher frequencies. Acoustic harassment devices can be detected 5-10 km away and are audible in recordings of underwater sounds.

Dans le cadre de la dispersion cylindrique, le son perd trois décibels lorsque double la distance. Les seuils d'audibilité des mammifères marins qui sont publiés sont déterminés en laboratoire au moyen d'animaux entraînés à réagir aux sons. La mesure du seuil serait un son si léger que l'animal n'arriverait pas à en reconnaître la présence à travers un bruit de fond très atténué. Pour qu'un signal soit détecté, il doit afficher plusieurs décibels au-dessus du bruit de fond (le rapport signal critique/bruit). Le rapport critique doit être plus élevé à des fréquences plus hautes. Les dispositifs de harcèlement acoustique peuvent être détectés à une distance de cinq à dix kilomètres et sont audibles dans les enregistrements sonores sous l'eau.

The signal of acoustic harassment devices on both coasts could be detected up to 5-6 km distance and not after 7-8 km. These devices are causing more harm/disturbance to harbour porpoise and killer whales than seals. Porpoises appear to be displaced by loud sounds, but assuming they are not so loud to cause hearing problems, they are not staying away for long periods of time. Another issue is within species different individuals will have different behavioural patterns in response to sounds/noise.

Le signal des DHA sur les deux côtes serait détecté à une distance pouvant atteindre cinq ou six kilomètres, mais ne dépassant pas sept ou huit kilomètres. De tels dispositifs causent plus de dommages ou de perturbation aux marsouins communs et aux épaulards qu'aux phoques. Les marsouins semblent se déplacer en raison des sons puissants, mais on présume qu'ils ne sont pas suffisamment puissants pour provoquer des problèmes d'audition puisqu'ils ne demeurent pas longtemps éloignés. Un autre enjeu se situe au sein même d'une espèce : différents individus manifestent des comportements différents en réaction aux sons ou au bruit.

Presenter: A. Popper (*in absentia*)

The review is reasonably comprehensive of both peer-reviewed and unreviewed literature. However, there are two issues with treatment of the literature that are of concern: 1) the authors do not treat the literature that has not been peer-reviewed critically. This is a major problem because some studies may lack suitable experimental design, controls, proper data analysis, and/or proper interpretation of the data and the authors appear to accept what is said in non-peer reviewed material at

Présentateur : A. Popper (*in absentia*)

On a effectué un examen raisonnablement exhaustif des publications examinées par les pairs et des autres documents non révisés. Cependant, on constate deux problèmes par rapport au traitement des publications : 1) les auteurs ne traitent pas de la documentation qui n'a pas fait l'objet d'un examen critique par les pairs. C'est un problème sérieux puisque certaines études pourraient ne pas présenter un concept expérimental, des contrôles suffisants, une analyse ou une interprétation adéquate des données, et les auteurs

"face value"; 2) the authors extrapolate from data far too easily. In many places the authors indicate an observation from another paper and then extrapolate that observation to all members of an animal group, or even to inappropriate animal groups. While this kind of thing is possible when there is a large literature on a topic, when the literature is small it becomes more difficult to extrapolate since the generalization of the data becomes questionable.

semblent accepter telle quelle la valeur de ce qui est indiqué dans les documents non révisés par les pairs; 2) les auteurs font des extrapolations beaucoup trop facilement à partir des données. En plusieurs endroits, les auteurs mentionnent une observation tirée d'un autre document puis font des extrapolations à partir de cette observation pour l'appliquer à tous les membres d'un groupe d'animaux, ou même à des groupes d'animaux inappropriés. Bien que cette façon de faire soit possible lorsqu'on dispose de plusieurs publications sur un sujet, il devient plus difficile de faire de telles extrapolations lorsqu'on dispose de peu de documentation puisque la généralisation des données peut devenir douteuse.

The problem is that the literature is rather limited, and there have been few really good studies on very few species and few sound sources that can inform any understanding of effects on mammals or finfish. The problem is greater for finfish than mammals; however, since there have been very few studies on effects of sound on these animals. In addition, the sound sources used with finfish are very different than those associated with aquaculture.

Le problème, c'est que la documentation est plutôt limitée, et que peu d'études de très bonne qualité ont été réalisées sur un très petit nombre d'espèces, donc il existe peu de sources fiables pouvant livrer de l'information pour aider à comprendre les effets sur les mammifères ou les poissons à nageoires. Ce problème est toutefois plus grave pour les poissons que pour les mammifères puisque très peu d'études ont été effectuées sur les effets du son sur ces derniers. De surcroît, les sources sonores utilisées avec les poissons sont très différentes de celles utilisées dans l'aquaculture.

The statement "Animals may avoid noisy areas, or the noise may mask the sounds used by animals to communicate, forage or navigate. Noise affects an area, but not the animal *per se* (which can continue to function normally if they move to a less noisy area or the noise stops), so in essence these effects can be regarded as impacting habitat or water quality". The authors point out that there are areas that may have sound propagating great distances, and therefore sound could mask communication over large areas and so it might not be easy for animals to escape or know which way to go to escape. Thus, masking may occur over larger areas and subject animals to higher rates of predation since the sounds of predators may be masked. The concern is that the authors ignore finfish which may not as easily leave

Prenons l'énoncé suivant : « Les animaux peuvent éviter les zones de bruit, ou le bruit peut masquer les sons émis par les animaux pour communiquer, pour trouver leur nourriture ou se déplacer. Le bruit touche une zone mais non l'animal comme tel (il peut donc continuer à fonctionner normalement s'il se déplace vers un lieu moins bruyant ou si le bruit cesse), par conséquent, on peut considérer que ces effets ont une incidence sur l'habitat ou sur la qualité de l'eau. » Les auteurs font valoir que certaines zones sont plus propices à la propagation du son sur de plus grandes distances et que, par conséquent, le son pourrait masquer la communication dans de vastes zones et qu'il pourrait être difficile pour les animaux d'y échapper ou de savoir vers où se diriger pour y échapper. Les sons étant ainsi masqués dans de plus vastes zones, les animaux pourraient être victimes d'un taux plus

an area as marine mammals. What are the effects on wild fish near aquaculture facilities? *And* what are the effects of fish in the facility. This is not considered in this report.

élevé de prédation puisque les bruits émis par les prédateurs pourraient être masqués. Le problème, c'est que les auteurs ignorent la situation des poissons à nageoires qui risquent de ne pas pouvoir quitter la zone aussi facilement que les mammifères marins. Quels sont les effets sur les poissons sauvages évoluant près des installations d'aquaculture? *Et* quels sont les effets sur les poissons maintenus dans ces installations? Les auteurs n'abordent pas ces questions dans le rapport.

The statement "This assessment indicates that noise associated with aquaculture is not likely to cause permanent injury to aquatic animals, except for marine mammals exposed to pyrotechnic deterrents or the most powerful AHDs at very close range or over extended periods of time" is not taking finfish into consideration, nor the fish in the aquaculture facility. This is the likely case for marine mammals, but the authors need to be highly cautious in extrapolating to other animal groups. In particular, the effects do not have to be related to hearing. The sounds produced by these devices could cause resonance effects in air bubbles in the body chamber (e.g., lungs of mammals, swim bladders or other air bubbles in finfish) and this could lead to damage to these organs or to other organ systems as a result of tissue movement. While low intensity signals will not cause these effects, it is possible that loud signals, and particularly those with rapid onsets, could have non-auditory physiological effects on mammals and fish.

Dans l'énoncé suivant, on ne tient pas compte des poissons à nageoires ni des poissons présents dans les installations d'aquaculture : « Cette évaluation indique que le bruit associé à l'aquaculture n'est pas susceptible de causer des blessures permanentes aux animaux aquatiques, à l'exception des mammifères marins exposés aux dispositifs d'effarouchement pyrotechniques ou évoluant très près des plus puissants DHA, ou exposés durant de longues périodes ». Ce qui est probablement le cas pour les mammifères marins, mais les auteurs doivent faire preuve d'une extrême prudence avant de formuler de telles extrapolations à l'égard d'autres groupes d'animaux. En particulier, les effets n'ont pas à être liés à l'audition. Les sons produits par ces dispositifs pourraient provoquer un effet de résonance dans les bulles d'air présentes dans le corps de l'animal (p. ex., les poumons des mammifères, la vessie gazeuse ou tout autre organe du poisson contenant de l'air), ce qui pourrait causer des dommages à ces organes ou aux systèmes adjacents en raison du mouvement des tissus. Même si les signaux de faible intensité ne causent pas de tels effets, il est possible que les signaux puissants, et particulièrement ceux débutant rapidement, puissent provoquer des effets physiologiques (autres que ceux touchant l'audition) chez les mammifères et les poissons.

DISCUSSION HIGHLIGHTS

- Wild and farmed fish health should be included in this POE exercise. In draft pathways, there was no linkage between noise and farmed fish health, but would be identified as a gap if there is evidence.

- Potential impacts of operational noise at freshwater aquaculture sites should be included.
- An abundance of wild fish has been observed near the freshwater aquaculture sites, and therefore noise is not anticipated to significantly affect wild fish.

P. Olesiuk follow–up: Aquaculture impacts on predators:

- There is a significant issue of predator interaction with aquaculture on the west coast.

- The number of sea lions shot at fish farms under predator control licenses escalated during the 1980's and 1990's, precipitating a public outcry.

- The aquaculture industry was encouraged to use predator nets, reducing the number of sea lions shot. Unfortunately, sea lions and other aquatic animals can get entangled or entrapped in some types of predator nets, and significant numbers have drowned. Drowning is considered to be inhumane and prohibited under the Marine Mammal Regulations.

- Predator deterrents must be based on two principles: 1) the removal of animals must be sustainable, so predator populations, in some cases endangered or threatened species, are not depleted or threatened; 2) animals must be killed humanely. Proposed amendments to the federal Marine Mammal Regulations will require reporting of sea mammal mortalities to authorities.

FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS

- La santé des poissons sauvages et d'élevage devrait faire partie de cet exercice de SE. Dans les séquences provisoires, on ne faisait état d'aucun lien entre le bruit et la santé des poissons d'élevage, mais cela serait présenté comme une lacune si des preuves existaient à cet effet.
- Il faudrait ajouter les impacts possibles du bruit opérationnel dans les sites d'aquaculture en eau douce.
- On a observé une quantité de poissons sauvages aux abords des sites d'aquaculture en eau douce et, par conséquent, on ne prévoit pas que le bruit ait un effet important sur les poissons sauvages.

Suivi de P. Olesiuk : Incidence de l'aquaculture sur les prédateurs

- Sur la côte Ouest, on est aux prises avec un problème considérable lié à l'interaction des prédateurs avec l'aquaculture.
- Le nombre d'otaries abattues dans les fermes piscicoles en vertu du programme de contrôle des prédateurs a augmenté au cours des années 1980 et 1990, ce qui a soulevé un tollé du grand public.
- On a incité le secteur de l'aquaculture à utiliser des filets antiprédateurs, ce qui a diminué le nombre d'otaries abattues. Malheureusement, les otaries et d'autres animaux aquatiques se trouvent enchevêtrés ou pris dans certains types de filets antiprédateurs, et un grand nombre d'entre eux ont péri noyés. La noyade est jugée cruelle et est interdite en vertu du Règlement sur les mammifères marins.
- Les dispositifs d'effarouchement des prédateurs doivent respecter deux principes : 1) le prélèvement des animaux doit être durable, afin que les populations de prédateurs, qui sont dans certains cas des espèces en voie de disparition ou menacées, ne soient ni appauvries ni menacées; 2) les animaux doivent être abattus sans cruauté. Les modifications proposées au Règlement sur les

- This pathway of effect will be captured in a separate paper, aquaculture-related physical alterations of habitat structure as ecosystem stressors.

AQUACULTURE-RELATED PHYSICAL ALTERATION OF HABITAT STRUCTURE AS AN ECOSYSTEM STRESSOR

PRESENTATION HIGHLIGHTS

Author: Chris McKindsey

The paper was divided into the following aquaculture methods: suspended bivalve culture; oyster culture (both off-bottom and on-bottom); clam culture; freshwater and marine finfish culture. Each section considered: the influence of the addition or modification of bottom structure or shoreline structure; the influence of the addition of vertical structure in the water column; and the influence of these culture practices on sediment resuspension and entrainment (not extensively as covered in other sections).

It is estimated that Tracadie Bay contains a significant amount of structure supporting bivalve culture. For example, there are ~60,000 cement blocks on the bottom of the bay. In Grande Entrée - Magdelan Islands, 4,000 cement blocks. For vertical structure, leg line used: 150 km of rope; backlines: ~580 km of rope; droppers ~1300 km of rope or socking material used.

In terms of hydrodynamics, buoys and the culture socks themselves create eddies and gyres around the farms at a large spatial scale. Within and immediately around the farm current direction and speed will

mammifères marins du gouvernement fédéral exigeront que soient déclarées aux autorités les mortalités de mammifères marins.

- Cette SE sera abordée dans un document distinct intitulé *Altération physique de la structure de l'habitat causée par l'aquaculture en tant que facteur de perturbation de l'écosystème.*

ALTÉRATION PHYSIQUE DE LA STRUCTURE DE L'HABITAT CAUSÉE PAR L'AQUACULTURE EN TANT QUE FACTEUR DE PERTURBATION DE L'ÉCOSYSTÈME

FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION

Auteur : Chris McKindsey

Le document a été divisé en fonction des méthodes d'aquaculture suivantes : culture en suspension des bivalves; ostréiculture (en suspension et sur le fond); culture des palourdes; aquaculture des poissons à nageoires en eau douce et en milieu marin. Chaque section tenait compte des éléments suivants : l'influence de l'ajout ou de la modification d'une structure sur le fond ou sur le rivage; l'influence de l'ajout d'une structure verticale dans la colonne d'eau; et l'influence des ces pratiques de culture sur la remise en suspension et les processus d'entraînement des sédiments (pas aussi développé que les autres sections).

On estime que la baie de Tracadie renferme une quantité importante de structures pour l'aquaculture des bivalves. À titre d'exemple, on recense environ 60 000 blocs de ciment au fond de la baie. Près de Grande Entrée, aux Îles-de-la-Madeleine, on en compte 4 000. Pour la structure verticale, la filière comprenait 150 kilomètres de corde; et les câbles de retour, environ 580 kilomètres de corde; l'écartement, environ 1 300 kilomètres de corde ou de sacs collecteurs.

Sur le plan de l'hydrodynamique, les bouées et les sacs de culture mêmes créent des tourbillons et de grands courants autour des fermes à grande échelle. Dans l'enceinte et immédiatement autour de la ferme, la direction

change. Within farms, current speeds will be decreased and some water will be deflected under or around the farm, the waves on top will be attenuated by the structure underneath the water. Concrete blocks put on the bottom will not only crush organisms underneath them, but also create currents up and around the blocks which will influence food delivery rates to, and potentially the structure of final benthic communities around these blocks.

et la vitesse du courant seront sujettes au changement. À l'intérieur de l'enceinte des fermes, la vitesse du courant diminuera et une partie de l'eau sera déviée sous et autour des structures, les vagues en surface seront atténuées par la structure sous l'eau. Non seulement les blocs de béton placés au fond écraseront les organismes sur lesquels ils ont été posés, mais ils créeront aussi des courants ascendants et autour des blocs qui influenceront le taux de débit de la nourriture vers les communautés benthiques et affecteront vraisemblablement la structure finale autour de ces blocs.

Suspended bivalves in culture and other filter feeders attached to them will have a great influence on the amount and type of phytoplankton and zooplankton that is taken up. Increased filtration and bio-deposition will alter benthic faunal communities and also influence benthic macro faunal communities, and will in turn affect nutrient fluxes, respiration, etc.

La culture en suspension des bivalves et des autres organismes filtreurs rattachés à ces structures aura une grande incidence sur la quantité et sur le type de phytoplancton et de zooplancton prélevés. L'augmentation de la filtration et du biodépôt altéreront les communautés fauniques benthiques et aura également une influence sur les communautés macrofauniques benthiques, ce qui, par ricochet, nuira à la libération des éléments nutritifs, à la respiration, etc.

Suspended structures create artificial reefs increasing the abundance of hard bottom organisms, altering the associated communities, and influencing benthic diversity and productivity, etc. An increase/change in sedimentation and erosion will modify food delivery and alter benthic community diversity and productivity.

Les structures en suspension créent des récifs artificiels qui augmentent l'abondance d'organismes sur fond dur, altérant les communautés qui y sont associées, et influençant la diversité et la productivité benthiques, etc. Une augmentation ou un changement sur le plan de la sédimentation et de l'érosion modifieront le débit de nourriture et altéreront la diversité et la productivité benthiques.

The addition of vertical structures creates artificial reefs that will affect the abundance of organisms living in the water column. There will also be an increase in bio-deposition when these organisms fall to the bottom, in turn changing benthic communities and increasing or decreasing biodiversity, productivity, and influencing benthic biogeochemistry, thereby influencing pelagic communities.

L'ajout de structures verticales crée des récifs artificiels qui nuiront à l'abondance des organismes vivant dans la colonne d'eau. On observera également une augmentation du biodépôt causée par la chute de ces organismes au fond de l'eau, qui apporteront éventuellement des changements au sein des communautés benthiques en augmentant ou en diminuant la biodiversité, la productivité, et en influençant la biogéochimie benthique, ce qui aura une influence sur les communautés pélagiques.

Knowledge gaps: 1) Very little is known

Lacunes sur le plan des connaissances :

about the effects of structure on associated assemblages. Modelling of these effects is needed to better understand the carrying capacity in these areas; 2) Is it possible to scale up, for example, from a single mussel pumping water out to a mussel line to a mussel farm? 3) How does the presence of an adjacent farm with another species contribute since they do not feed the same way in the lab, and can it be used to scale up?

1) On en connaît très peu sur les effets de la structure sur les assemblages s'y rattachant. On doit procéder à la modélisation de ces effets afin de mieux comprendre la capacité de charge relativement à ces aspects; 2) est-il possible de faire une mise à l'échelle, par exemple, pour déterminer à partir d'une seule moule qui pompe l'eau, combien d'eau pompe une ligne de moules? Une moulière entière? 3) Quelle est la contribution d'une ferme adjacente à une autre espèce étant donné qu'elles ne s'alimentent pas de la même façon en laboratoire? Est-il possible d'utiliser ces résultats pour faire une mise à l'échelle?

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS

Presenter: S. Robinson

This paper is different from other papers because it is not biologically based but focuses on the technology development of the industry. There is an inherent difficulty in choosing a baseline for comparisons because it is difficult to find a pristine area. There are natural cycles which all serve to create sliding baselines.

The aquaculture structure is an oasis concept that attracts fish, shellfish, etc. The sites provide a settlement substrate for aquatic animals, which are used as recruitment surfaces. Sequence of settlement usually begins with bacteria and so they should be included. Behaviour can be modified in higher vertebrates (bird, etc) by the presence of the aquaculture structures and the sources of food they provide.

The materials with which structures are constructed is omitted, but should be considered. Technology can be important for the biological connection: all materials have biological implications. For example, tunicates are attracted to black plastic, while barnacles are attracted to aluminum. Metal may be used in some cases because of its relative density. Silicone based coatings are used to prevent biofouling on

FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS

Présentateur : S. Robinson

Ce document est différent des autres parce qu'il ne traite pas de la biologie mais plutôt du développement technologique de l'industrie. Le choix d'une base de comparaison n'est pas évident puisqu'il est difficile de trouver une zone vierge. Il existe des cycles naturels qui servent tous à créer des exigences fondamentales variables.

La structure de l'aquaculture crée un concept d'oasis qui attire les poissons, les mollusques marins, etc. Les sites procurent un substrat de sédiments aux animaux aquatiques, et servent de surfaces de recrutement. La séquence de sédimentation débutant habituellement avec les bactéries, on pourrait donc les inclure. La présence de structures d'aquaculture et les sources d'aliments qu'elles procurent peuvent modifier le comportement des vertébrés supérieurs (oiseaux, etc.).

Le document n'aborde pas les matériaux à l'aide desquels ces structures sont construites; on devrait en tenir compte. La technologie peut être un élément important du lien biologique : tous les matériaux ont des conséquences sur le plan biologique. À titre d'exemple, les tuniciers sont attirés par le plastique noir, alors que les balanes préfèrent l'aluminium. Le métal peut être utilisé dans certains cas en raison de sa densité relative. Les revêtements

nets.

à base de silicone servent à prévenir les biosalissures sur les filets.

There are a number of areas that would be worthwhile to incorporate into the report: the effect of evolving structure and how the change affects fouling; the increasing size and scale of sites and implications on dynamics; the affect of the chemical part of the structure and how it affects biological interactions and changes food dynamics; and the potential of adding components to a structure to remediate effects of the structure itself.

Il serait avantageux d'intégrer certains sujets au rapport : l'effet de l'évolution des structures et dans quelle mesure les changements ont une incidence sur les salissures; la taille et l'ampleur grandissantes des sites et leurs implications sur la dynamique du milieu; l'incidence de la partie chimique de la structure et comment elle influe sur les interactions biologiques et modifie la dynamique alimentaire; et la possibilité d'ajouter des composants à une structure afin d'atténuer les effets causés par la structure même.

In conclusion, a summary should be added at the end of each section to make it more readable. In addition, the author should consider taking the scale of structure one step further, for example, the importance of the circumference of the rope for biofouling organisms. Also fish and invertebrates should be differentiated in the paper since their roles in using structure may be different; for example, fish are more ephemeral while invertebrates can glue themselves to the structure.

En conclusion, on devrait ajouter un résumé à la fin de chaque section pour la rendre plus facile à lire. Par ailleurs, l'auteur devrait envisager de pousser plus loin son développement sur l'échelle de la structure, par exemple, en abordant l'importance de la circonférence de la corde pour les organismes salissants. L'auteur devrait également établir une distinction dans son document entre les poissons et les invertébrés puisqu'ils utilisent différemment les structures; à titre d'exemple, les poissons sont plus éphémères, alors que les invertébrés peuvent se fixer à la structure.

Presenter: J. Chamberlain

This is a methodological, stepwise, thorough, and comprehensive review of a complicated and poorly studied topic. It is a very useful stand-alone document. One overriding issue is the difficulty in distinguishing effects of alterations from the deployment of these structures and those that are the result of increased depositional material. The POE process will benefit in the future from a review of relationships between the stressors and the POEs, both antagonist and synergistic. The presented review is probably the first time that this limited amount of information on this issue has been brought together in this format and is a great foundation for ongoing POE process. We do need more work on blending of effects to understand what is going on.

Présentateur : J. Chamberlain

Voici un examen méthodologique, progressif, rigoureux et complet d'un sujet compliqué et peu étudié. Ce document indépendant est très utile. Le problème dominant est la difficulté à établir la distinction entre les effets des altérations produites par le déploiement de ces structures et ceux qui résultent de l'augmentation des matières qui se déposent au fond. Le processus de SE tirera profit dans l'avenir d'un examen des relations entre les facteurs de perturbation et les SE, à la fois antagonistes et synergétiques. L'examen présenté constitue probablement la première tentative de rassemblement, sous une telle forme, du peu d'information disponible sur ce sujet, et il forme une base très utile pour le processus continu de SE. Il est nécessaire de poursuivre le travail sur l'interaction des effets afin de mieux comprendre ce qui se passe.

For many of the pathways, there is little or no published research. In such situations, a clear, concise 'risk assessment' has been provided to try and piece together what might happen. This is a useful contribution but the robustness of the discussion is only qualified in the 'Available Evidence' section. Perhaps there should be more caveats to ensure the reader is not misled on the robustness of the information.

Pour bien des séquences, il existe peu d'études publiées, quand il y en a. Dans de telles situations, une évaluation du risque claire et concise a été fournie dans le but de tenter de reproduire ce qui pourrait se passer. En ce sens, cette contribution est utile, mais la robustesse de la discussion n'est qualifiée qu'à la section « Preuves disponibles ». Peut-être devrait-on ajouter plus de mises en garde pour s'assurer que le lecteur n'est pas induit en erreur quant à la robustesse de l'information.

There are several models on artificial reefs available in the scientific literature which shows the differences between artificial reefs in impacted areas and considers the issue of intertwined pathways of artificial reefs located in areas with increased organics. Although the author has tried to distinguish between physical effects and those resulting from organic deposition, there are a number of areas in the report where organic effects are the physical alteration. This is inevitable and these two pathways should be blended to ensure the processes are captured.

Plusieurs modèles sur les récifs artificiels sont disponibles dans la documentation scientifique où l'on montre les différences entre les récifs artificiels dans les zones perturbées et où l'on tient compte de l'enjeu créé par les séquences entrelacées des récifs artificiels situés dans des zones où sont présentes, en nombre grandissant, des matières organiques. Bien que l'auteur ait tenté d'établir la distinction entre les effets physiques et les effets résultant des dépôts organiques, on recense un certain nombre d'endroits dans le rapport où les effets des matières organiques constituent l'altération physique. C'est inévitable et ces deux séquences devraient être fondues en une seule pour s'assurer de bien saisir les processus.

Conclusions / recommendations / future research section identifies the practical difficulty in separating out what are in fact intertwined pathways and raises some important issues on the socioeconomic factors.

La section portant sur les conclusions, les recommandations et les recherches à venir fait état de la difficulté pratique liée au fait de séparer ce qui constitue en réalité des séquences entrelacées et soulève quelques questions importantes relatives aux facteurs socioéconomiques.

DISCUSSION HIGHLIGHTS

- The entrapment of fish and crabs due to predator nets on beaches should be included. The nets are fouled by algae and float when the tide comes in lifting the nets off the bottom so fish and crabs can move underneath. When the tide goes out they become trapped under the net.

- Garbage from aquaculture is found

FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS

- Il faudrait ajouter le piégeage des poissons et des crabes en raison des filets antiprédateurs sur les plages. Les filets sont salis par les algues et ils flottent lorsque la vague vient les soulever du fond de sorte que les poissons et les crabes peuvent se déplacer sous les filets. Lorsque la vague se retire, ils se retrouvent piégés sous le filet.
- On trouve partout dans l'environnement

throughout the environment and should be reduced via suitable regulations. Predator nets can become so heavily fouled they are too heavy to lift out of the water and so they are 'composted' on the bottom where everything rots and falls off. In Washington State, aquaculture related litter collected during clean ups in Puget Sound makes up 5% of the total litter collected.

- 'Ghost' shellfish growing sites are abandoned sites that still have infrastructure. The equipment becomes inaccessible when it sinks and becomes a liability. This affects the access to the water after aquaculture is no longer conducted. It may not be a habitat issue, but a community issue and a issue related to resource use.

- Structures may be acting as fish aggregation sites or refugia from harvesting. The perception is that abundance of lobster is higher at these sites, but it only appears that way because they are not fished there.

- There are two aspects to organic deposition: chemical aspects and physical smothering. The responses to the physical presence of organics can be noticed before the onset of chemical effects. There will be a physical response to organic material before a response to the chemical impact that follows.

PATHWAY OF EFFECTS OF CHEMICAL INPUTS FROM AQUACULTURE ACTIVITIES IN CANADA

PRESENTATION HIGHLIGHTS

Co-author: B. Ernst

The authors divided overall stressors into a number of subcategories. Litter was not considered a major impact stressor. There

des déchets produits par l'aquaculture, et il faudrait en réduire la quantité par le biais de règlements appropriés. Les filets antiprédateurs sont parfois si pleins de salissures qu'ils deviennent trop lourds à sortir de l'eau; on les laisse donc se composter au fond où tout pourrit et tombe. Dans l'État de Washington, les ordures produites par l'aquaculture ramassées lors de nettoyages effectués dans le Puget Sound représentent jusqu'à 5 p. 100 de tout ce qui est ramassé.

- Les sites de conchyliculture fantômes sont des sites abandonnés dont les infrastructures sont laissées sur place. L'équipement devient inaccessible lorsqu'il coule et devient une responsabilité. Cela nuit à l'accès à l'eau après que l'aquaculture n'y soit plus en activité. Peut-être que cela ne constitue pas un problème pour l'habitat, mais cela devient un problème pour la communauté et un enjeu lié à l'utilisation des ressources.

- Les structures peuvent servir de sites de concentration de poissons ou de refuges lors de la pêche. On a l'impression que l'abondance de homards est plus grande dans ces sites, mais ce n'est qu'une impression parce qu'ils ne sont pas pêchés à ces endroits.

- La décomposition organique compte deux aspects : les aspects chimiques et l'étouffement physique. Les réactions à la présence de matières organiques peuvent être observées avant le début des effets chimiques. On constatera une réaction physique aux matières organiques avant d'observer une réaction à l'impact chimique qui s'ensuit.

SÉQUENCE D'EFFETS DES PRODUITS CHIMIQUES DANS LES ACTIVITÉS D'AQUACULTURE AU CANADA

FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION

Coauteur : B. Ernst

Les auteurs ont divisé l'ensemble de facteurs de perturbation en un certain nombre de sous-catégories. Les ordures n'étaient pas

has to be an assessment of hazard and exposure, both important components, for any risk assessment. The hazard aspect of contaminants in aquaculture is fairly well-covered. Typical laboratory assay work is more developed than the exposure aspect. The use pattern of chemicals in aquaculture or the behaviour of those chemicals once they enter the environment is not well known. "The dose makes the poison." It is no surprise that there are non-target effects of therapeutants because they are selected for their toxicity producing properties, which must be managed to reduce non-target effects.

considérées comme étant un facteur de perturbation de grande importance. On doit faire une évaluation du danger et de l'exposition, deux éléments importants, dans le cadre de toute évaluation des risques. L'aspect de danger lié aux contaminants en aquaculture est assez bien couvert. L'aspect sur les analyses types en laboratoire est bien plus développé que l'aspect de l'exposition. On connaît peu les méthodes d'utilisation des produits chimiques dans l'aquaculture ni le comportement de ces produits dès qu'ils pénètrent dans l'environnement. « C'est la dose qui fait le poison ». Il n'est donc pas surprenant qu'il y ait des effets non recherchés aux produits thérapeutiques puisqu'ils sont choisis pour leurs propriétés toxiques; ils doivent donc être gérés afin de réduire ces effets non recherchés.

There are four primary use antibiotics in Canada: oxytetracycline (OTC) most extensively used in marine aquaculture; Tribussen and Romet are used sparingly in marine aquaculture, but may be used in freshwater aquaculture; and florfenicol. Pharmaceuticals in the environment are the result of multiple source exposures and aquaculture is part of that, but is not the only source of pharmaceuticals. The use of antibiotics in aquaculture probably contributes to the development of drug resistance in some organisms. This resistance may be passed on to subsequent generations and also to human pathogens.

On recense quatre antibiotiques pour les soins primaires au Canada : l'oxytétracycline (OTC) utilisée le plus souvent dans l'aquaculture en milieu marin; les produits Tribrissen et Romet sont utilisés modérément dans l'aquaculture en milieu marin, mais ils peuvent être employés dans les milieux d'eaux douces; et la florfénicol. Les produits pharmaceutiques dans l'environnement sont le résultat de l'exposition à plusieurs sources dont fait partie l'aquaculture, mais elle n'est pas la seule source de produits pharmaceutiques. Le recours aux antibiotiques en aquaculture contribue probablement au développement de certains organismes résistants aux médicaments. Une telle résistance peut se transmettre aux générations suivantes et aux agents pathogènes humains.

Antiparasitics in Canada are used in sea lice control. Only 3 products were available in June 2009, but as of October 2009 there are potentially 5 products available. Calicide and SLICE (emamectin benzoate) are in-feed treatments while hydrogen peroxide is a bath treatment. AlphaMax and Salmosan have received temporary emergency registrations. The in-feed chemicals pose the least risk to the environment mostly because of their benthic delivery. The partition is mostly directly to sediments. Emamectin benzoate

Au Canada, on emploie les antiparasitaires pour contrôler le pou du poisson. En juin 2009, seulement trois produits étaient disponibles, alors que dès octobre 2009, on comptait cinq produits disponibles. Calicide[MD] et SLICE[MD] (benzoate d'émamectine) sont des traitements administrés dans la nourriture alors que le peroxyde d'hydrogène est ajouté à l'eau. On a octroyé une homologation d'urgence temporaire à AlphaMax et à Salmosan. Les produits chimiques ajoutés à la nourriture posent un moins grand risque pour l'environnement, principalement parce qu'ils

is relatively long lived. It is measurable under cages where a low concentration and a number of toxicity endpoints, both lethal and sub-lethal, have been documented.

sont distribués dans l'écosystème benthique. Le partage avec les sédiments est pratiquement direct. Le benzoate d'émamectine est relativement plus persistant. On peut le mesurer sous les cages pour lesquelles une faible concentration et un certain nombre d'effets de toxicité, à la fois mortels et sublétaux, ont été documentés.

Bath treatments are more environmentally risky. The least of these is hydrogen peroxide which has less non-target toxicity than other bath treatments, but has the disadvantage of being harder on fish because the treatment and toxicity levels are almost the same. It is generally agreed that hydrogen peroxide is not as efficacious as other bath treatments. Azamethiphos (Salmosan) is potentially toxic to arthropods. In 10-15% of the target dose, there is mortality of adult lobster in 15 to 30 minutes and so it has the potential to impact.

Les traitements administrés à l'eau sont plus risqués sur le plan de l'environnement. Le peroxyde d'hydrogène, qui présente une toxicité non recherchée moindre que les autres traitements d'eau, est le moins risqué, mais il comporte le désavantage d'être plus dur pour le poisson parce que le traitement et le niveau de toxicité sont pratiquement les mêmes. Il est généralement admis que le peroxyde d'hydrogène n'est pas aussi efficace que d'autres traitements administrés dans l'eau. L'azaméthiphos (Salmosan) est potentiellement toxique pour les arthropodes. En administrant de 10 à 15 p. 100 de la dose cible, on note une mortalité chez le homard adulte en 15 à 30 minutes, le produit a donc un potentiel d'impact.

Pyrethroids, such as deltamethrin and cypermethrin, have the potential to accumulate on particles and organic carbon and are predicted to sequester to sediments. Some pyrethroids can remain a fairly long time in sediments, but there are limited data on this. Sediment effects under cages needs more research, as do effects of multiple cage treatments over consecutive days because risk assessments are typically based on single cage treatments. There are a number of sublethal effects (e.g., lobster moulting) that could be more important than direct mortality.

Les pyréthroïdes, par exemple la deltaméthrine et la cyperméthrine, affichent le potentiel de s'accumuler sur les particules et le carbone organique, et on présume qu'ils sont piégés dans les sédiments. Certains pyréthroïdes peuvent demeurer assez longtemps dans les sédiments, mais les données sont plutôt limitées à ce sujet. On doit réaliser davantage de recherche sur les effets des sédiments sous les cages, ainsi que sur les effets des traitements administrés à plusieurs cages pendant plusieurs jours consécutifs puisque les évaluations des risques sont généralement fondées sur les traitements administrés dans une seule cage. Plusieurs effets sublétaux (p. ex., la mue du homard) pourraient être plus importants que la mortalité directe.

Metals released from feed and antifoulants are important. Copper and zinc are being found at aquaculture sites and in some cases at high levels. Overall the level of copper is increasing in the environment and is not directly attributed to aquaculture, although antifoulant use within and outside

Les métaux issus de la nourriture et des agents antisalissures sont importants. On trouve du cuivre et du zinc, parfois en forte teneur, dans les sites d'aquaculture. Dans l'ensemble, la quantité de cuivre augmente dans l'environnement, et ce n'est pas directement attribuable à l'aquaculture, même

aquaculture generally plays a significant role in that.

si les agents antisalissures utilisés dans l'enceinte et aux abords des sites y jouent un rôle important.

Toxicity of copper and zinc in the water column and sediments has been well investigated and there is a large volume of literature on the subject. It has been implicated in changes of biodiversity near cage sites, but there are challenges sorting out metal effects from other stressor influences. Our report recommends moving away from using antifoulants with metals and there are efforts to develop non-biocidal treatments for nets.

La toxicité du cuivre et du zinc dans la colonne d'eau et les sédiments a fait l'objet d'études bien documentées et on dispose de plusieurs documents sur le sujet. On lui a attribué des changements sur le plan de la biodiversité à proximité des cages, mais il est difficile d'écarter les effets des métaux des influences liées à d'autres facteurs de perturbation. Nous recommandons dans notre rapport d'éviter d'utiliser des agents antisalissures comportant des métaux et de poursuivre la recherche en vue de développer des produits non biocides pour traiter les filets.

The main chemical used in shellfish for tunicate control is hydrated lime (400 kg/site/day). The toxicity research available for hydrated lime indicates it readily inactivates in sea water (pH changes) within several metres of the treatment site and is probably very low risk to the surrounding biodiversity.

L'hydroxyde de calcium est le principal produit chimique utilisé en conchyliculture pour contrôler les tuniciers (400 kg/site/jour). L'étude toxicologique disponible sur l'hydroxyde de calcium indique qu'il se neutralise facilement dans l'eau de mer (le pH change) à plusieurs mètres du lieu de traitement et qu'il présente probablement un risque très faible pour la biodiversité environnante.

There is no current prophylactic antibiotic or anti-parasite use in current Canadian aquaculture practice and chemotherapeutants are only used as needed. Any move to preventative use would lead to increased loadings and change the science perspective on some chemical risk assessments. The cumulative effects and interactions with other stressors need to be addressed.

À l'heure actuelle, les pratiques canadiennes d'aquaculture n'appliquent pas d'antibiotique ou de produits antiparasites prophylactiques, et on a recours aux agents chimiothérapeutiques uniquement au besoin. Toute action visant à en faire un usage préventif conduirait à une augmentation des charges et modifierait le point de vue scientifique à l'égard de certaines évaluations des risques chimiques. Il faut aborder les effets cumulatifs et les interactions avec d'autres facteurs de perturbation.

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS

FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS

Presenter: Judith Weis

Présentatrice : Judith Weis

This is a comprehensive document based on an earlier one that covers much the same material. A general question is "what is the standard of proof for demonstrating a stressor-effect linkage?" Scientists tend to

Voici un document complet élaboré à partir du contenu d'une publication antérieure, et qui couvre en bonne partie la même matière. Une question se pose : « Quelle est la norme de preuve pour démontrer un lien entre les

be skeptical of claims until they are demonstrated to our satisfaction. In policy-making, the 95% confidence is not required, but rather the "precautionary principle" should be followed. If the goal is to support "sustainability" of aquaculture in Canada, setting the standard of proof for the stressor-effect linkage at an unattainable level is incompatible with the precautionary principle. It will underestimate risks and environmental effects and will not move Canadian aquaculture toward a goal of "sustainability."

facteurs de perturbation et les effets? » Les scientifiques demeurent plutôt sceptiques face aux allégations jusqu'à ce qu'on leur démontre la preuve de façon satisfaisante. Pour l'élaboration de politiques, l'intervalle de confiance à 95 p. 100 n'est pas nécessaire; il faut plutôt privilégier le principe de précaution. Si le but est de soutenir la « durabilité » de l'aquaculture au Canada, l'établissement de la norme de preuve à un niveau inatteignable est incompatible avec le principe de précaution. Il sous-estimera les risques et les effets sur l'environnement et ne fera pas évoluer l'aquaculture canadienne vers son objectif de « durabilité ».

The presence of antibiotic resistance, especially to oxytetracycline, in bacteria is a very important issue, but must take into consideration other possible sources of input, and that the link between antibiotic use in aquaculture and the presence of antibiotic-resistant bacteria has not been unequivocally established.

La présence de bactéries résistantes aux antibiotiques, notamment à l'oxytétracycline, est un enjeu très important, mais il faut tenir compte des autres sources possibles de rejet, et le lien entre le recours aux antibiotiques en aquaculture et la présence de bactéries résistantes aux antibiotiques n'a pas été établi de manière non équivoque.

In the discussion of chemicals used to combat sea lice, the focus is on LC50s of the various chemicals; however, when environmental levels are below these numbers crustaceans have been found to have impaired reproduction, moulting, development, behaviour, etc. Recommendations for future research should emphasize a greater focus on sublethal effects.

Dans la discussion sur l'utilisation des produits chimiques en vue de contrer le pou du poisson, on a mis l'accent sur la concentration létale 50 de divers produits; cependant, lorsque les niveaux dans l'environnement se situent sous ce niveau, on a découvert des altérations chez les crustacés relativement à la reproduction, à la mue, au développement, au comportement, etc. Les recommandations en vue des prochaines recherches devraient mettre davantage l'accent sur les effets sublétaux.

There are little data on the ecological effects of pesticides and drugs and field evaluation is needed for registration and use of these chemicals. For a country that subscribes to the precautionary principle, such data should be required before the registration and widespread use of these chemicals. There is also a strong possibility that pest resistance to these chemicals may develop.

On dispose de peu d'information sur les effets écologiques des pesticides et des médicaments; il serait donc nécessaire de procéder à des études sur le terrain pour l'homologation et l'utilisation de ces produits chimiques. Pour un pays qui souscrit au principe de précaution, de telles données devraient être requises avant l'homologation et l'utilisation à grande échelle de ces produits chimiques. Il y a également un risque assez élevé que ne se développe une résistance des ravageurs à ces produits chimiques.

There is considerable evidence that copper

Il existe bien des preuves à l'effet que le cuivre

from treated nets accumulates in sediments and organisms below the cages, but little evidence of accumulation in pelagic organisms, where the copper would diffuse rather than accumulate. However, sediments below cages may be hypoxic and reducing due to the accumulation of fish wastes. This creates conditions that bind the metals tightly to the sediment, making them relatively unavailable to biota even though concentrations may be above the regulatory guidelines. However, high accumulation in lobsters is cited.

provenant des filets traités s'accumule dans les sédiments et les organismes sous les cages, mais on dispose de peu de preuves concernant l'accumulation chez les organismes pélagiques, au sein desquels le cuivre se répandrait au lieu de s'accumuler. Toutefois, les sédiments sous les cages pourraient bien être hypoxiques et réducteurs en raison de l'accumulation des déchets de poisson. Cela crée des conditions qui lient étroitement les métaux aux sédiments, les rendant relativement non disponibles pour le biote, même si les concentrations pourraient se situer au-dessus des lignes directrices prescrites. Cependant, on fait état d'une forte accumulation chez les homards.

Missing from the discussion is the fact that during the times when cages are fallow, the reducing condition produced by the accumulation of fish wastes is ameliorated, and the metal levels in the bottom sediments underneath the cages decline as the sediments "clean up." This has implications for the fate of the metals that now may desorb from the sediments, become available, be transported elsewhere. There is a need for research into the fate of metals during this "clean up" time and studies focusing on this phenomenon ought to be included in the research recommendations. It is likely that metals leaving the sediments below the aquaculture facility are then transported in the water to depositional areas elsewhere where they may accumulate and cause far-field effects.

La discussion n'aborde pas le fait que durant la période où les cages ne sont pas utilisées, la condition réductrice produite par l'accumulation des déchets de poisson s'améliore, et les niveaux de métaux dans les sédiments sous les cages diminuent à mesure que les sédiments se nettoient. On présume qu'il pourrait donc y avoir des conséquences pour le sort des métaux qui peuvent désorber des sédiments, devenir disponibles et être transportés ailleurs. Il faudrait inclure dans les recommandations la nécessité d'effectuer de la recherche sur le sort des métaux au cours de cette période de nettoyage, et de réaliser des études mettant l'accent sur ce phénomène. Il est probable que les métaux quittant les sédiments sous l'installation d'aquaculture soient ensuite transportés dans l'eau vers d'autres aires de sédimentation où ils pourraient s'accumuler et causer des effets à distance.

The discussion of stressor-effect relationships mentions that lethal concentrations of disinfectants are generally well above the therapeutic concentrations, but as with pesticides and other chemicals, it is important to focus on sublethal effects to non-target organisms, which will be much more prevalent. The conclusions seem to imply that lack of studies and lack of information about disinfectants and fungicides is equivalent to lack of effects.

On mentionne dans la discussion sur les liens entre les facteurs de perturbation et les effets que les concentrations mortelles de désinfectants sont généralement bien au-dessus des concentrations thérapeutiques, mais comme c'est le cas avec les pesticides et d'autres produits chimiques, il est important de se concentrer sur les effets sublétaux pour les organismes non ciblés, qui seront beaucoup plus prédominants. Les conclusions semblent supposer que l'absence d'études et le manque d'information au sujet des désinfectants et des fongicides sont équivalents à l'absence

Presenter: Felipe Cabello

More discussion is needed about antibiotic use in aquaculture and its effects since according to present knowledge, the presence of residues of any of the three antibiotics used in Canada in the sediment may alter its normal flora and select for antibiotic resistant organisms. The effects on bacteria of exposure to antibiotics as a result of antibiotic use in Canada are unknown because the amounts of antibiotic residues in sediments are unknown and because of the lack of studies focused on this potential problem. However, the statement that there is a lack of a relationship between the presence of antibiotic residues and selection for antibiotic resistance in bacteria is inconsistent with one of the tenets of antibiotic use based on evolutionary biology. This tenet is that antibiotics continue to exert their selective pressure on the environment even after they have been used for therapeutic intervention in the so-called post-antibiotic effect.

Low concentrations of antibiotics in the sediment will select for antibiotic resistant bacteria and have the potential to alter biodiversity and stimulate the horizontal transfer of antibiotic resistant genes. There are in situ and laboratory studies regarding the persistence of antibiotics in sediments and the potential toxicity of these residual antibiotics to invertebrates. While it is true that the use of models and more experimentation may be needed to assess the stressor effect relationship, it is not clear why the authors state that current information and results do not link findings of antibiotic resistance to stressor (antibiotic) activity. In summary, despite the uncertainties delineated by the authors regarding the effects of the use of antibiotics in aquaculture, it is clear that this use will have some effects on bacterial populations at the aquaculture sites, effects

d'effets.

Présentateur : Felipe Cabello

Il est nécessaire de tenir davantage de discussions au sujet du recours aux antibiotiques dans l'aquaculture et de leurs effets puisque, selon les connaissances actuelles, la présence dans les sédiments de résidus de n'importe lequel des trois antibiotiques utilisés au Canada pourrait altérer sa flore normale et créer des organismes résistants aux antibiotiques. On ne connaît pas les effets sur les bactéries de l'exposition aux antibiotiques découlant de leur utilisation au Canada parce qu'on ne connaît pas la quantité de résidus d'antibiotiques dans les sédiments, et parce qu'il y a absence d'études portant sur ce problème éventuel. Toutefois, l'énoncé voulant qu'il n'y ait pas de lien entre la présence de résidus d'antibiotiques et la sélection de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries est incompatible avec l'un des principes du recours aux antibiotiques fondé sur la biologie évolutionniste. Ce principe veut que les antibiotiques continuent à exercer leur pression sélective sur l'environnement même après avoir été utilisés pour une intervention thérapeutique du prétendu effet post-antibiotique.

Les faibles concentrations d'antibiotiques dans les sédiments sélectionneront une bactérie résistante aux antibiotiques et auront le potentiel d'altérer la biodiversité et de favoriser le transfert horizontal de gènes résistants aux antibiotiques. On dispose d'études réalisées *in situ* et en laboratoire portant sur la persistance des antibiotiques dans les sédiments et la toxicité potentielle de ces résidus pour les invertébrés. Bien qu'il soit juste d'affirmer qu'il serait nécessaire d'avoir recours à des modèles et de faire plus d'expériences afin d'évaluer le lien entre l'agent de perturbation et les effets, la raison pour laquelle les auteurs indiquent que l'information et les résultats actuels ne lient pas la résistance aux antibiotiques aux facteurs de perturbation (antibiotique) n'est pas claire. En résumé, malgré les incertitudes soulignées par les auteurs concernant les effets associés à l'utilisation des antibiotiques dans

that have the potential for affecting animal and human health.

l'aquaculture, il est évident qu'une telle utilisation aura certains effets sur les populations bactériennes dans les sites d'aquaculture, des effets qui affichent le potentiel de nuire à la santé des animaux et des humains.

The effect of the stressor occurs during therapy and a chronic effect is produced by residual antibiotics. After repeated treatments at the same aquaculture site, the concentration of antibiotics may build up in the sediments at these sites, stressing the environment for extended periods of time. While cascading effects may be speculative, this is because of a result of lack of information and lack of research rather than because they may not be real. Increases in antibiotic resistance and changes of the biosphere at the aquaculture sites and its surroundings may be the most obvious effect of antibiotic use in aquaculture.

L'effet du facteur de perturbation se produit au cours du traitement, mais on note un effet chronique produit par les résidus d'antibiotiques. Après des traitements répétés dans un site d'aquaculture, la concentration d'antibiotiques pourrait s'accumuler dans les sédiments, perturbant l'environnement pour de longues périodes. Les effets en cascade ne peuvent être que spéculatifs en raison du manque d'information et de l'absence de recherche, mais ce n'est pas parce qu'ils n'existent pas. L'augmentation de la résistance aux antibiotiques et les changements observés dans la biosphère à l'intérieur des sites d'aquaculture et autour pourraient représenter l'effet le plus évident de l'utilisation des antibiotiques dans l'aquaculture.

Presenter: Peter Delorme

The paper covers a wide variety of chemicals used in aquaculture. It provides a reasonable compendium of information for a wide variety of chemicals used in aquaculture. In terms of the authors' treatment of the information, it was balanced but at different levels of detail which can be difficult to follow.

Présentateur : Peter Delorme

Le document couvre un large éventail de produits chimiques employés en aquaculture. Il s'avère un recueil raisonnable d'informations portant sur un large éventail de produits chimiques employés en aquaculture. Quant au traitement de l'information par les auteurs, il fait preuve d'un certain équilibre mais à différents niveaux de détails, ce qui le rend parfois difficile à comprendre.

If you grow things, pests will come and will need to be managed. Sustainability is about achieving balance between various competing interests: economics, environmental, etc. Achieving balance is about managing risks and information is needed to do this. For risk assessors, knowing whether an effect is acute or chronic, long term or short term is important and makes a difference to their assessments; this should be qualified in the paper. There is a sense that regulators have access to information that is not available to scientists. Much of the toxicity data they use as regulators are openly

Dès qu'il est question d'élevage, il y a présence d'organismes nuisibles et il faut les contrôler. La durabilité, c'est d'arriver à créer un équilibre entre les divers intérêts en jeu : les aspects économiques, environnementaux, etc. Pour atteindre l'équilibre, il faut gérer les risques et, pour ce faire, on doit disposer de l'information adéquate. Il est important que les évaluateurs des risques sachent si un effet est aigu ou chronique, à long terme ou à court terme, car ces renseignements ont une influence sur leur évaluation; ce fait devrait être admis dans le document. Les auteurs semblent penser que les organismes de réglementation ont accès à de l'information qui

available. Any assumptions and uncertainties and how the data are being interpreted should be clear.

A risk assessment is like doing a puzzle, you have some of the pieces, but you never have all the pieces. You have to set the bar somewhere where you understand what the picture looks like and what the risks are and that you can manage them appropriately. As our science knowledge increases the resolution of the picture gets better and we understand better what is going on.

One gap not identified in the paper is research into best management practices and how it is tied in with product use. What are the root problems, such as density of stock, etc? Who is responsible for research on efficacy, because it could inform policy on how and when to use the chemical?

DISCUSSION HIGHLIGHTS

- When comparing diseases of concern and antibiotic use in Canada with other countries, such as Norway, it should be clear what the diseases of concern are, because in Norway most problematic disease is caused by viruses, which are not treated with antibiotics. Therefore, the comparison of overall antibiotic usage among aquaculture countries will be different.

- The paper indicates that 20,000 kg of antibiotics were used in Canadian aquaculture in 2007, but the report does not show the trends of antibiotic usage over time in Canada or other countries. These data are available and shows a dramatic decline in usage of antibiotics per unit wt of biomass. If looking for root causes, then a declining use of antibiotics may be a reflection of a trend

n'est pas disponible pour les scientifiques. Pourtant, la plupart des données sur la toxicité qu'utilisent ces organismes sont disponibles à tous. Toute hypothèse et incertitude, et la façon dont les données sont interprétées devraient être claires.

Effectuer une évaluation des risques, c'est comme faire un casse-tête; vous avez certains morceaux, mais vous n'avez jamais tous les morceaux en main. Il faut donc déterminer un point à partir duquel on saisit bien le portrait de la situation, quels sont les risques et ce qu'il faut faire pour les gérer adéquatement. À mesure que s'accumulent nos connaissances scientifiques, le portrait se précise et on comprend mieux ce qui se passe.

Le document n'aborde pas la recherche sur les pratiques exemplaires et leur rapport avec l'utilisation des produits. Quels sont les problèmes à la base, par exemple la densité du stock, etc.? Qui est responsable de la recherche sur l'efficacité? Cela pourrait servir à étayer les dossiers de réglementation ainsi que le moment et la manière d'utiliser les produits chimiques.

FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS

- Au moment d'établir des comparaisons entre les maladies préoccupantes et l'utilisation des antibiotiques au Canada avec d'autres pays, par exemple la Norvège, il faudrait bien définir quelles sont ces maladies, parce qu'en Norvège, la maladie la plus préoccupante est causée par des virus, qui ne sont pas traités par antibiotiques. Par conséquent, la comparaison de l'utilisation des antibiotiques en aquaculture entre les pays sera différente.
- Le document indique que 20 000 kg d'antibiotiques ont été utilisés en aquaculture au Canada en 2007, mais le rapport ne fait pas état des tendances à l'égard de l'utilisation des antibiotiques au fil du temps au Canada ou dans les autres pays. Ces données sont disponibles et révèlent une diminution considérable de l'utilisation des antibiotiques par unité de poids de la biomasse. Si l'on cherche la

of underlying changes in the occurrence of bacterial diseases or other husbandry practices.

- If the existence of a POE is suspected, then there is a responsibility to measure or verify it. For example, natural fish oils emanating from farm sites could be considered a possible POE because it acts as a conveyor belt moving pesticides and heavy metals away from a farm. AlphaMax (deltamethrin) is attracted to organics and might be included in the surface film, thereby traveling faster than the upper layers of water.

- Regarding contaminated sediment, there are four lines of evidence to consider: sediment chemistry; benthic invertebrate community, including macrofauna; toxicity bioassays – lethal and sublethal effects; and bio-accumulation.

- Dose is important, but so is time and exposure. Half times are given for some chemicals in sediments with long periods of decay in anoxic sediments. Temporal and spatial separation is critical to the assessment (i.e., if emamectin benzoate is held in anoxic sediments for 400 days, it is not available to lobster and their larvae), but in oxic environments it will be available.

- Mussel watch data for heavy metals could be added to the paper for comparisons between farmed and uncultured areas.

- Litter may be not important as an actual factor, but it is an indicator of how well the company is doing.

cause fondamentale, la diminution de l'utilisation des antibiotiques pourrait être le reflet d'une tendance liée aux changements sous-jacents suscités par l'occurrence des maladies bactériennes ou d'autres techniques d'élevage.

- Si on soupçonne l'existence d'une SE, il est de notre responsabilité de tenter de la mesurer ou de la vérifier. À titre d'exemple, l'huile de poisson naturelle qui émane des fermes piscicoles pourrait être considérée comme une SE possible parce qu'elle agit comme un transporteur déplaçant les pesticides et les métaux lourds loin de la ferme. AlphaMax (deltaméthrine) est attiré vers les matières organiques et pourrait faire partie du film de surface, se déplaçant du coup plus rapidement que les couches supérieures de l'eau.

- En ce qui a trait aux sédiments contaminés, quatre sources de données doivent être prises en considération : la chimie des sédiments; la communauté benthique des invertébrés, y compris la macrofaune; les épreuves biologiques sur la toxicité – effets mortels et sublétaux; et la bioaccumulation.

- Le dosage est important, mais la durée et l'exposition le sont tout autant. On attribue la moitié de la durée à certains produits chimiques dans les sédiments avec de longues périodes de dégradation dans les sédiments anoxiques. La séparation spatio-temporelle est essentielle dans l'évaluation (par exemple, si le benzoate d'émamectine se maintient dans les sédiments anoxiques pendant 400 jours, il n'est pas disponible pour le homard et ses larves), mais dans un milieu oxique, il le sera.

- On pourrait ajouter dans le document les données d'observation sur les moules par rapport aux métaux lourds, afin d'établir des comparaisons entre les zones d'élevage et sauvages.

- Les déchets peuvent ne pas être très importants en tant que facteur réel, mais ils sont un indicateur des bonnes pratiques de l'entreprise.

PATHWAY OF EFFECTS OF ESCAPED AQUACULTURE ORGANISMS OR THEIR REPRODUCTIVE MATERIAL ON NATURAL ECOSYSTEMS IN CANADA

SÉQUENCE D'EFFETS DES ORGANISMES ÉVADÉS DE L'AQUACULTURE OU DE LEUR MATÉRIEL DE REPRODUCTION SUR LES ÉCOSYSTÈMES NATURELS AU CANADA

PRESENTATION HIGHLIGHTS

Co-author: R. Leggatt

This paper considers the impact of aquaculture escapes and the related activities/stressors of these escapes on natural ecosystems. The emphasis is on Atlantic salmon since this species is the most extensively cultured in Canada and the focus of the majority of relevant research. Salmon are most likely to escape from net-pens or hatcheries as a result of site and stock management issues. The potential for and magnitude of effects of escapes is dictated by the ability of the escaped fish to survive, disperse, and reproduce in these ecosystems and the susceptibility of the exposed ecosystems to effects, and is likely very context dependent.

Escaped Atlantic salmon are most likely to impact wild conspecifics through juvenile competition and adult reproductive hybridization. Escaped juvenile Atlantic salmon are most likely to impact wild salmonids through competition for food and optimal habitat with wild Atlantic salmon parr, resulting in decreased growth/survival of wild parr. Escaped parr often have a lower competitive ability than wild parr, but may dominate if they are able to gain a residency advantage, are larger, or in the absence of predators. Interbreeding of escapes with wild conspecifics is one of greatest concerns regarding escaped domesticated aquaculture fish. Interbreeding with escapees could result in altered phenotype, decreased local adaptation, and decreased genetic variation of hybrid offspring, potentially decreasing genetic "health" of wild fish. Escapes could also affect wild populations through disease transfer, predation, marine competition, and reproductive interference, although further

FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION

Coauteur : R. Leggatt

Ce document aborde l'impact des évasions de l'aquaculture ainsi que les activités et les facteurs de perturbation associés à ces évasions dans les écosystèmes naturels. On met davantage l'accent sur le saumon atlantique puisque cette espèce fait l'objet d'un élevage intensif au Canada et qu'elle est visée par la majorité des études pertinentes. Le saumon s'échappe le plus souvent des cages en filet ou des écloseries en raison de problèmes de gestion des installations ou de stock. L'ampleur des effets liés à ces évasions repose sur la capacité des poissons échappés à survivre, à se disperser et à se reproduire dans ces écosystèmes, et sur la susceptibilité des écosystèmes exposés aux effets, et cette ampleur dépend fortement du contexte.

Les saumons atlantiques évadés auront probablement une incidence sur leurs congénères sauvages en faisant de la concurrence aux juvéniles et par l'hybridation lors de la reproduction des adultes. Les jeunes saumons atlantiques échappés auront probablement un impact sur les salmonidés sauvages par la concurrence pour la nourriture et l'habitat optimal qu'ils livreront aux tacons sauvages, ce qui se traduira par une diminution de la croissance et de la survie des tacons sauvages. Les tacons qui s'échappent affichent une moins grande capacité de compétitivité que les tacons sauvages, mais ils peuvent devenir dominants s'ils sont en mesure de prendre l'avantage sur le plan de l'habitat, s'ils sont plus gros ou en l'absence de prédateurs. L'une des plus grandes préoccupations liées aux évasions des fermes piscicoles est le croisement des poissons évadés avec leurs congénères sauvages. Un tel croisement pourrait altérer le phénotype, diminuer l'adaptation locale et amenuiser la variation génétique de la descendance

research is required to confirm the pathway of effects.

hybride, ce qui risquerait de diminuer la « santé » génétique des poissons sauvages. Les évasions pourraient également nuire aux populations sauvages par la transmission de maladies, la prédation, la concurrence en milieu marin et l'interférence sur le plan de la reproduction, mais il serait nécessaire de poursuivre la recherche afin de confirmer la SE.

The extent of aquaculture escapes in Canada is unknown, although there is evidence of frequent low magnitude escapes, occasional large magnitude escapes, and of reproductive materials of cultured animals. The poor capacity of escapes to survive, forage, acclimate, reproduce, and migrate may limit the exposure and effects of susceptible ecosystems to escapees. However, some high frequency or high magnitude escapes have resulted in survival, dispersal and reproduction in some areas. Poor performance of escapees cannot be assumed to limit effects in all circumstances, particularly if escaped fish numbers are high relative to wild fish numbers. There have been limited studies examining biological implications of POEs of aquaculture escapes that identify clear, quantifiable endpoints of effects of escapes on components of Canadian aquatic ecosystems. Modelling effects to wild communities over several generations may give insight into long-term effects of aquaculture escapes in Canada.

On ne connaît pas l'importance des évasions de l'aquaculture au Canada, même si on dispose de preuves de fréquentes évasions de peu d'importance, d'évasions occasionnelles plus importantes et de matériel de reproduction des poissons d'élevage. La faible capacité des poissons échappés sur le plan de la survie, de la quête de nourriture, de l'adaptation, de la reproduction et de la migration pourrait limiter l'exposition et les effets des évasions sur les écosystèmes concernés. Toutefois, certaines évasions fréquentes ou très importantes se sont traduites par la survie, la dispersion et la reproduction dans certaines zones. On ne doit pas présumer que la piètre performance des poissons évadés limitera les effets dans toutes les circonstances, particulièrement si la quantité de poissons échappés est élevée par rapport au nombre de poissons sauvages. Peu d'études traitent des implications biologiques des SE des évasions de l'aquaculture en déterminant des effets clairs et quantifiables des évasions sur les composantes des écosystèmes aquatiques canadiens. La modélisation des effets sur plusieurs générations de communautés sauvages pourrait donner un aperçu des effets à long terme des évasions de l'aquaculture au Canada.

The following research would minimize knowledge gaps of escape POEs:

- Implementation of comprehensive national monitoring program for aquaculture escapes.
- Development of quantifiable ecosystem indicator endpoints related to effects of escapes that are relevant to Canadian fish populations and ecosystems for use in future studies.

La recherche sur les aspects suivants réduirait les lacunes sur le plan des connaissances liées aux SE des évasions :

- la mise en œuvre d'un programme national de surveillance des évasions en aquaculture;
- l'élaboration d'indicateurs d'effets quantifiables dans l'écosystème liés aux effets des évasions qui seraient appropriés aux populations de poissons et aux écosystèmes canadiens et pourraient être appliqués dans le cadre des

- Collection of data regarding relative success of escapees to compete with wild fish for food, habitat, and mates in natural environments given relevant variables including:
    - Effect of generation time/time in nature on fitness of escaped fish.
    - Relevant genotype and environmental factors and their interactions.
    - Emphasis should be placed on determining the overall effects of escaped competitors on wild fish populations/communities.
    - Modeling of escape – effect scenarios on wild populations over several generations of interaction, given the above information.

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS

Peer Reviewer: F. Dylan

The authors provided a comprehensive review on the pathway of effects of escaped aquaculture organisms or their reproductive material on natural ecosystems in Canada, but could improve and/or provide more information/discussion throughout the paper on the importance of considering the magnitude and recurrence of farmed escapes relative to the abundance of wild fish. Even if only 'low magnitude trickle escapes' occur, the ratio of farmed to wild fish could still be very high and thus pose a significant risk to wild populations, in specific areas of either the Atlantic or Pacific. This context of farmed escapes relative to wild abundance is a key aspect of risk assessments, because this ratio, rather than the actual number of escapes per se, will likely influence the demography of divergent wild populations. This also implies that careful consideration is needed

prochaines études;

- la collecte de données concernant la réussite relative des poissons évadés à faire la concurrence aux poissons sauvages sur le plan de la nourriture, de l'habitat et de l'accouplement dans les milieux naturels relativement aux variables pertinentes suivantes :
    - l'effet de durée de génération/durée dans la nature sur la valeur adaptive des poissons échappés;
    - le génotype approprié et les facteurs environnementaux et leurs interactions;
    - l'accent devrait être mis sur la détermination des effets généraux des évasions sur les populations et communautés de poissons sauvages;
    - la modélisation des évasions – scénarios des effets sur les populations sauvages au fil de plusieurs générations d'interaction, en fonction des renseignements susmentionnés.

FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS

Pair examinateur : F. Dylan

Les auteurs ont procédé à un examen complet de la séquence d'effets des organismes échappés de l'aquaculture ou de leur matériel de reproduction sur les écosystèmes naturels au Canada, mais ils pourraient, pour l'ensemble du document, améliorer le contenu des discussions ou fournir davantage de renseignements sur l'importance de tenir compte de l'ampleur et de la récurrence des évasions des fermes piscicoles sur l'abondance des poissons sauvages. Même s'il survient uniquement « des évasions peu importantes par petits groupes », le rapport entre les poissons d'élevage et les poissons sauvages pourrait être élevé et poser un risque important pour les populations sauvages dans certaines zones particulières de l'Atlantique ou du Pacifique. Ce contexte des évasions des fermes piscicoles relativement à l'abondance des poissons sauvages est un aspect clé de l'évaluation des risques parce que ce rapport,

when evaluating risk in relation to the intensity of farming for different species.

plutôt que le nombre réel d'évasions comme tel, aura probablement une influence sur la démographie des populations sauvages. Cela implique également qu'il faille prêter une attention particulière au moment d'évaluer les risques liés à l'intensité de l'élevage de différentes espèces.

It is true that many studies do report that genetic differentiation between farmed and wild fishes may have a largely additive basis; these studies also have a number of caveats the least of which is that often, insufficient numbers of families or hybrid crosses were generated to distinguish between additive versus non-additive effects. Additionally, these studies did not evaluate traits that may be more likely to develop as part of co-adapted gene complexes, such as pathogen resistance. Similarly, many traits were examined only at juvenile stages due to logistical challenges involved in studying many aquatic species at later stages, but the full extent of out breeding depression (additive or non-additive) might not manifest itself until later stages.

Il est vrai que plusieurs études mentionnent que la différenciation génétique entre les poissons d'élevage et sauvages pourrait disposer d'une base plus importante sur les effets additifs; ces études font également des mises en garde, la moindre étant que, souvent, un nombre insuffisant de familles ou de croisements hybrides ont été faits pour établir la distinction entre les effets additifs par opposition aux effets non additifs. Aussi, ces études n'ont pas évalué les caractères qui seraient plus susceptibles de se développer dans le cadre de la coadaptation génétique, notamment la résistance aux agents pathogènes. Par ailleurs, plusieurs caractères ont été examinés uniquement aux stades juvéniles en raison des défis logistiques que pose l'étude de nombreuses espèces aquatiques à des stades ultérieurs, mais la portée générale de la dépression consécutive à des croisements distants (effets additifs ou non additifs) pourrait ne se manifester qu'à des stades ultérieurs.

The paper does not consider any positive benefits of farmed-wild mixing to wild populations if these have been depleted rapidly by human activities and are now of small size. This is a contentious issue but as more wild populations become depleted, such a scenario may become more of a reality.

Le document n'aborde pas les avantages positifs, le cas échéants, associés au mélange des poissons d'élevage et sauvages aux populations sauvages, si ces dernières ont été appauvries rapidement par les activités humaines et sont désormais de petite taille. Cet enjeu est litigieux mais, à mesure que déclinent les populations sauvages, un tel scénario pourrait devenir réalité.

More discussion could be added on the trade-offs between using 'local' vs. 'non-local' strains of farmed fish at the 'within-North American continent' spatial scale because it is rare that a strain is truly local for any subdivided fish species, and because future developments in aquaculture will likely use similar strains as now, but in different geographic vicinities. This raises questions about whether to

Il faudrait ajouter davantage de discussions au sujet des échanges entre les souches « locales » par opposition aux souches « non locales » de poissons d'élevage à l'échelle spatiale « du continent nord-américain » puisqu'il est rare qu'une souche soit réellement locale pour toute espèce de poisson subdivisée, et parce que les développements futurs en aquaculture utiliseront probablement les mêmes souches qu'à l'heure actuelle mais

adopt new local strains in those areas, or to continue using the same (now non-local) strains. Although in theory, out breeding effects on wild populations may not be as severe with a local strain as with a 'non-local' strain, one disadvantage of 'local' strains is that they may be more likely to 'take hold' in the wild. Secondly, reproductive isolating mechanisms may not be distinctive between a local strain and the strain of wild populations. On the other hand, interbreeding with a non-local strain may have irreversible effects on wild populations.

dans différents environs géographiques. Cela soulève des questions à savoir si l'on doit adopter de nouvelles souches locales dans ces zones ou continuer d'utiliser les mêmes souches (devenues non locales). Bien qu'en théorie les effets des croisements distants sur les populations sauvages puissent être moins graves avec une souche locale que non locale, un désavantage associé aux souches locales est qu'elles pourraient être plus susceptibles de s'établir dans le milieu sauvage. En outre, il pourrait être difficile de distinguer les mécanismes d'isolement reproductif entre une souche locale et la souche des populations sauvages. D'un autre côté, les croisements avec une souche non locale pourraient avoir des effets irréversibles sur les populations sauvages.

The paper did not discuss the possibility of creating 'no-farming' zones in Canada in order to minimize the potential impacts of escaped farmed fishes. Implications from Norwegian Atlantic salmon suggest that the most effective no-farming zones are large or with no or limited pre-existing farming nearby. These zones could be significant for Canada, since aquaculture development is expanding northward into regions harbouring healthy wild salmon populations.

Le document n'aborde pas la possibilité de créer des zones sans élevage au Canada afin de minimiser les impacts possibles des évasions. Les implications associées aux souches norvégiennes de saumon atlantique suggèrent que les zones les plus efficaces sans élevage doivent être vastes et ne pas avoir, ou avoir très peu, de fermes piscicoles à proximité. De telles zones pourraient être importantes pour le Canada puisque l'aquaculture s'étend vers le nord dans des régions hébergeant des populations saines de saumons sauvages.

Concerns about some recommendations for future research centre on the feasibility of multi-generational experimentation in the wild in Canadian waters. It is unlikely that the state of academic funding will sustain a research program long enough to carry out such research. The question then is: can laboratory experiments be used to facilitate assessments of risk posed by aquaculture? If not, one should follow the precautionary principle when developing appropriate policy and for moving forward with how to deal with aquaculture escapes.

On a soulevé des préoccupations au sujet de certaines recommandations visant un futur centre de recherche sur la faisabilité d'une expérimentation à travers plusieurs générations de poissons sauvages dans les eaux canadiennes. Il est peu probable que le financement universitaire puisse soutenir un programme de recherche suffisamment longtemps pour réaliser de telles études. La question qui se pose alors est la suivante : Les expériences en laboratoire peuvent-elles servir à faciliter les évaluations des risques que pose l'aquaculture? Dans le cas contraire, on doit appliquer le principe de précaution au moment d'élaborer des politiques appropriées et d'aller de l'avant avec une méthode visant à composer avec les évasions de l'aquaculture.

Presenter: F. Whoriskey

The authors have competently and objectively addressed their objectives. Many of the discussed aquaculture risks/impacts and pathways will depend on the health of the ecosystem in which the industry is operating. For example, small numbers of escaped salmonids will have much less of a genetic impact if they occur in places where native conspecific populations are very large rather than very small. Similarly, the threats of exotic species colonization and impacts increase in disturbed ecosystems, especially where native species populations are depressed. Given the legislative framework imposed by SARA/COSEWIC, and DFO's stated intent to implement ecosystem management approaches, it would be useful to capture this in each of the pathways.

A consistent observation in escaped farmed "adult" salmon in Atlantic Canada compared to elsewhere in the world, is that historically a large majority of fish were not sexually mature and showed no signs of becoming sexually mature. The reasons why these fish enter the river systems are unknown, but it is clearly not a spawning migration. This important difference needs to be identified, because the potential pathways of impacts of these non-maturing fish would be very different from those of maturing fish. For example, if they continue feeding in freshwater unlike maturing salmon, they pose a predation/cannibalism threat. They could also pose a threat of redd superimposition.

Présentateur : F. Whoriskey

Les auteurs ont atteint leurs objectifs de façon compétente et objective. Bon nombre des risques, des impacts et des séquences liés à l'aquaculture ayant fait l'objet de discussions dépendront de la santé de l'écosystème dans lequel s'installe la ferme piscicole. À titre d'exemple, un petit nombre d'évasions de salmonidés aura beaucoup moins d'impact génétique si celles-ci surviennent dans des zones où les populations indigènes de congénères sont de très grande taille par opposition à des populations de très petite taille. En outre, les menaces que posent la colonisation et les impacts par les espèces exotiques augmentent dans les écosystèmes perturbés, particulièrement lorsque les populations d'espèces indigènes sont appauvries. Étant donné le cadre législatif imposé par la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) et le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), et l'intention affirmée du MPO de mettre en œuvre des approches de gestion des écosystèmes, il serait utile d'en tenir compte dans chacune des séquences.

Une constance dans les observations relatives aux évasions de saumons d'élevage « adultes » dans le Canada Atlantique comparativement à d'autres régions dans le monde est que, à travers l'histoire, une grande majorité des poissons n'étaient pas matures et ne présentaient aucun signe de développement imminent sur ce plan. On ne connaît pas les raisons pour lesquelles ces poissons entrent dans le réseau fluvial, mais il est évident que ce n'est pas le fait d'une migration de reproduction. Cette différence importante doit être faite puisque les séquences d'impacts potentiels de ces poissons n'atteignant pas la maturité pourraient être très différentes de celles visant les poissons matures. À titre d'exemple, s'ils continuent de se nourrir en eau douce à l'opposé des saumons qui atteignent la maturité, ils posent une menace sur le plan de la prédation, du cannibalisme. Ils pourraient également représenter une menace de surimposition des nids de frai.

Regarding knowledge gaps, it is possible to take advantage of the "natural experiments" that are available for research. For example, the sites on Vancouver Island where Atlantic salmon juveniles were detected provide a unique opportunity to follow up on their subsequent fate. Similarly, on the west coast of Newfoundland, rainbow trout juveniles, potentially from sea cage escapes, were discovered in Trout River, suggesting an incipient colonization.

Concernant les lacunes sur le plan des connaissances, il est possible de tirer parti des « expériences naturelles » qui s'offrent à la recherche. Par exemple, les sites sur l'île de Vancouver où l'on a détecté des jeunes saumons atlantiques s'avèrent une occasion unique pour faire le suivi de leur devenir. Dans le même ordre d'idées, on a découvert à Trout River, sur la côte ouest de Terre-Neuve, des jeunes truites arc-en-ciel issues probablement d'évasions de cages flottantes en pleine mer, ce qui suggère un début de colonisation.

Most of the pathways/risks disappear if fish are kept in their cages. Perhaps this was outside the scope of the ToR's given to the authors, but no research needs were identified for finding better ways to keep the aquaculture organisms confined.

La plupart des séquences/risques disparaissent si les poissons sont conservés dans leurs cages. Peut-être que cela ne faisait pas partie du cadre de référence attribué aux auteurs, mais aucun besoin en matière de recherche n'a été mentionné afin de découvrir de meilleures façons de conserver confinés les organismes d'aquaculture.

Presenter: I. Fleming

This is a very well done paper that gave a good overall state of knowledge recognizing weaknesses and strengths. The focus was on Atlantic salmon and it would have been nice to see more on other marine species. The introduction gave a good overview of escapes and the issues regarding escapes. There are data from Norway on improvements of various techniques to reduce the proportions of escapes where the scale of fish farming has increased, which could be included.

Présentateur : I. Fleming

Voici un document bien étayé brossant un portrait général de l'état des connaissances et reconnaissant les forces et les faiblesses de l'information. L'accent a été mis sur le saumon atlantique et il aurait été intéressant d'en apprendre davantage sur d'autres espèces marines. L'introduction fait un survol intéressant des évasions et des enjeux entourant ces évasions. On aurait pu y intégrer des données provenant de la Norvège sur l'amélioration des diverses techniques visant à diminuer la proportion des évasions dans les zones où on a augmenté l'étendue des fermes piscicoles.

There is some consistency in studies that indicate Atlantic salmon are not able to establish outside their range (e.g., Chile). The likelihood of establishment is low and should be recognized and put into the context of what information is known from elsewhere in the world. The section of effects on health of wild fish was well done, but was covered by Simon Jones' paper on pathogens and could be referenced in the current paper. The paper states there is currently no evidence that escapes potentially negatively affect wild fish health.

On observe une constance dans les études à l'effet que le saumon atlantique ne soit pas capable de s'établir à l'extérieur de son aire de répartition (p. ex., au Chili). La probabilité de l'établissement est faible et doit être reconnue et située dans le contexte de l'information recueillie ailleurs dans le monde. La section sur les effets sur la santé des poissons sauvages est bien étayée, mais cet aspect a été abordé dans le document de Simon Jones sur les agents pathogènes qui pourrait y être cité en référence. Le document mentionne que l'on ne dispose pour l'instant d'aucune preuve

However, in Norway, there is indication that escapes in rivers may have introduced furunculosis to wild fish.

The knowledge gaps are Canada centric, indicating that research done elsewhere must be repeated in Canada. At some point, the results of studies done elsewhere, which are convincing, must be accepted because not all research must be repeated. For example, generalities across regions elsewhere would indicate the same thing would happen in Canada.

DISCUSSION HIGHLIGHTS

- Cod could be added to the document, since the genetic structure of cod is not as isolated.
- Rainbow trout in Lake Huron originate from the same stock that is used to stock the Great Lakes. Culture will expand but slowly and will never reach the size of marine culture due to competing interest in recreational use of the water.
- Shellfish research needs should be separated out in the paper and include more information on shellfish establishing in other areas.
- Unlike most finfish, cultured shellfish are able to reproduce on site which could have consequences since they share the same environment as wild shellfish. Shellfish hatcheries are increasing around the world and produce billions of spat. Hybridization of domesticated hatchery shellfish and wild conspecifics is not a big factor now, but could become one.

à l'effet que les évasions puissent nuire à la santé des poissons sauvages. Cependant, en Norvège, tout porte à croire que les évasions dans les rivières pourraient avoir introduit la furonculose chez les poissons sauvages.

Les lacunes sur le plan des connaissances visent particulièrement le Canada, ce qui indique que la recherche effectuée ailleurs doit être reproduite au Canada. Dans une certaine mesure, les résultats des études réalisées à l'étranger, qui sont convaincants, doivent être acceptés parce qu'il n'est pas utile de reproduire toutes ces recherches. À titre d'exemple, les faits généraux observés dans les diverses régions à l'étranger pourraient indiquer que la situation serait la même au Canada.

FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS

- Le document pourrait aborder également la situation de la morue puisque la structure génétique de la morue n'est pas autant isolée.
- La truite arc-en-ciel dans le Lac Huron provient du même stock qui est utilisé pour alimenter les Grands Lacs. La culture s'étendra avec lenteur et n'atteindra jamais la taille de la culture marine en raison des intérêts divergents relativement à l'utilisation des eaux pour les loisirs.
- La recherche sur la conchyliculture doit être mise à part dans le document et comprendre davantage d'information sur les mollusques marins s'établissant dans d'autres zones.
- Contrairement à la plupart des poissons à nageoires, les mollusques marins d'élevage sont capables de se reproduire sur place, ce qui pourrait présenter des conséquences puisqu'ils partagent le même milieu que leurs congénères sauvages. Les écloseries en conchyliculture augmentent partout dans le monde et produisent des milliards de naissains. Pour l'instant, l'hybridation des mollusques marins issus des écloseries avec leurs congénères ne constitue pas un facteur important, mais il pourrait le devenir.

PATHWAY OF EFFECTS OF ARTIFICIAL LIGHT ON NON-TARGET ORGANISMS AT AQUACULTURE SITES IN CANADA

PRESENTATION HIGHLIGHTS

Author: E. Trippel

Artificial illumination of sea pens is widespread in the evening during the late fall/early winter, a common practice to improve fish productivity. Measurements of light values have demonstrated that some additional light is observed outside the cage periphery, though the variability in this intensity is a function of light fixture placement, number, intensity and water turbidity. The illumination deployed on many cages does not penetrate to the benthic zone. Significantly less illumination is deployed for sea pens holding Atlantic salmon compared to Atlantic cod. Very little information exists on the attraction or aversion of marine biota to illumination of sea cages at night, although the potential exists to attract fish, squid, zooplankton, and sea lice; and repel lobster and other benthic arthropods. Relative to many of the other aquaculture stressors, the risk to aquatic biota imposed by artificial light appears to be minor.

Research Recommendations:

1. Conduct measurements of light intensity beyond edge of sea cage for different lighting arrays and water turbidity to assess level of light decay.

2. Conduct a biological survey of the presence and abundance of various pelagic and benthic species (primary and secondary production) around lit

SÉQUENCE D'EFFETS DE L'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL SUR LES ORGANISMES NON CIBLÉS DANS LES INSTALLATIONS D'AQUACULTURE AU CANADA

FAITS SAILLANTS DE LA PRÉSENTATION

Auteur : E. Trippel

L'éclairage artificiel des cages en filet est une pratique généralisée, en soirée, pendant la période qui s'étend de la fin de l'automne au début du printemps, qui vise à améliorer la productivité des poissons. Une intensité lumineuse supérieure à la luminosité ambiante peut être observée à la périphérie des cages, bien que cette intensité varie en fonction du nombre et de l'emplacement des dispositifs d'éclairage, de leur puissance et de leur spectre lumineux, ainsi que de la clarté de l'eau. La lumière à l'intérieur du spectre lumineux visible projeté sur les cages ne pénètre pas jusqu'à la zone benthique. L'éclairage nécessaire pour les cages en filet utilisées pour le saumon de l'Atlantique est nettement moindre que celui utilisé pour l'élevage de la morue. Bien qu'il y ait lieu de penser que la lumière puisse attirer les poissons, les calmars, le zooplancton et le pou du poisson (et repousser les homards et d'autres arthropodes benthiques), il n'existe que très peu d'information sur l'attraction ou l'aversion que suscite sur les biotes marins la lumière qui émane des cages en filet la nuit. Relativement aux nombreux autres facteurs de perturbation associés à l'aquaculture, les risques que pose l'éclairage artificiel pour les biotes marins semblent plutôt mineurs.

Recommandations en matière de recherche :

1. Des mesures de l'intensité lumineuse projetée au-delà des cages en filet devront être prises dans divers sites aquacoles utilisant différents systèmes d'éclairage et où l'eau présente différents niveaux de clarté afin d'évaluer le déclin de la lumière.
2. On doit effectuer des relevés biologiques de la présence et de l'abondance de diverses espèces pélagiques et benthiques (producteurs primaires et

and unlit cages in different aquaculture regions during day, night and different seasons. Assess the threshold light intensity or distance of a near-field effect for key biota.

3. Conduct laboratory and field research to develop a knowledge base of the threshold behavioural response (attraction/aversion) of key aquatic organisms to artificial light deployed in night conditions.

4. Avoid establishing sea cages within 1-2 m of the seabed at low tide to diminish the potential for light affecting the benthic habitat.

5. Minimize the amount of light deployed, while suppressing maturation. Examine the efficacy of 20 h light (lights off 0000-0400 h) or fluctuating light relative to 24-h light in reducing early puberty in farmed fish.

6. Pursue the development of functional sterile fish to preclude the need for night illumination of sea cages.

PEER-REVIEWER HIGHLIGHTS

Peer Reviewer: T. Farrell

Given the paucity of literature in this area, the authors have done a good job assembling a coherent and informative report. The report makes three key conclusions regarding the practice of using artificial light during late fall/early winter to improve fish productivity, largely through the suppression of reproduction: 1) relative to many of the other stressors, the risks imposed by artificial light appear to be minor; 2) current practices do not appear to pose a serious threat to Canadian aquatic ecosystems; and 3) very little additional

secondaires) autour de cages en filet éclairées et de cages non éclairées dans différentes régions aquacoles, pendant différentes saisons et à différents moments du jour et de la nuit. On doit également déterminer le seuil d'intensité lumineuse/du spectre lumineux ou la distance sur laquelle un effet à proximité sur un biote important est observé.

3. Des recherches en laboratoire et sur le terrain doivent être menées afin de constituer une base de connaissances sur les seuils de réponse comportementale (attraction/aversion) des organismes aquatiques clés face à la lumière projetée dans des conditions nocturnes.

4. Il faut éviter d'établir les cages en filet à l'intérieur d'un ou de deux mètres du fonds de l'océan à marée basse afin de diminuer la possibilité que la lumière ne dérange l'habitat benthique.

5. Il faut minimiser la quantité de lumière diffusée tout en retardant la maturation. Il faut examiner l'efficacité d'un éclairage en continu durant 20 heures (lumières éteintes de minuit à 4 h) ou d'une source lumineuse fluctuante sur 24 heures pour réduire la maturité précoce chez les poissons d'élevage.

6. Il faut poursuivre le développement de poissons stériles pour parer à la nécessité de recourir la nuit à l'éclairage des cages en filet.

FAITS SAILLANTS DES EXAMENS PAR LES PAIRS

Pair examinateur : T. Farrell

Étant donné le peu de documentation dans ce domaine, les auteurs ont fait un bon travail en vue de concevoir un rapport cohérent et informatif. Le rapport rend trois conclusions concernant le recours à l'éclairage artificiel pendant la période qui s'étend de la fin de l'automne au début du printemps dans le but d'améliorer la productivité des poissons, principalement par la suppression de la reproduction : 1) par rapport aux nombreux autres facteurs de perturbation associés à l'aquaculture, les risques que pose l'éclairage artificiel semblent plutôt mineurs; 2) les

light is observed outside of the cage periphery.

pratiques actuelles ne semblent pas constituer une menace considérable pour les écosystèmes aquatiques canadiens; et 3) on observe très peu de lumière hors de la périphérie des cages.

There is no indication of how light intensity decays spatially in water beyond the edge of the cage, but this information could likely be deduced from the decay of light over distance within the cage. This could then provide an estimate of the zone of impact of light beyond the cage. Water quality conditions will have an immense influence on this decay rate. The potential effects that are listed emphasize those that would occur inside the cage (sea lice and wild fish attraction), which are important to the operator, as opposed to near-field effects outside of the cage, which are important to assessing environmental impacts and risk. There is a clear need to establish a threshold for light intensity at the cage periphery which is based on effects and can be directly linked to some intensity decay characteristic in the waters beyond.

On ne dispose pas d'information sur la façon dont décroît l'intensité lumineuse dans l'eau en s'éloignant des cages, mais on pourrait le déduire de la décroissance de la lumière à distance des cages. Ces données pourraient fournir une estimation de la zone d'impact de l'éclairage hors de la cage. Les conditions relatives à la qualité de l'eau auront une influence considérable sur le taux de décroissance. Les effets possibles énumérés jettent la lumière sur les effets qui surviennent à l'intérieur des cages (attraction du pou du poisson et des poissons sauvages), des données importantes pour l'exploitant, par opposition aux effets à proximité des cages, qui sont importants pour évaluer les impacts environnementaux et les risques. Il est plus que nécessaire de déterminer le seuil d'intensité lumineuse/du spectre lumineux dans la périphérie des cages qui est basé sur les effets et peut être lié directement à une certaine caractéristique de déclin de l'intensité dans les eaux environnantes.

The listed knowledge gaps are all reasonable and the following studies are recommend: 1) a study of light intensity decay beyond the cage perimeter to better define the zone of impact; 2) a study to measure of primary productivity beyond lit cages; and 3) a study to establish a threshold for light intensity at the cage periphery which is based on some intensity decay characteristic in the waters beyond.

Les lacunes sur le plan des connaissances sont raisonnables et on recommande de mener les études suivantes : 1) une étude sur le déclin de l'intensité lumineuse passé le périmètre des cages afin de mieux définir la zone d'impact; 2) une étude visant à mesurer la productivité primaire autour des cages; et 3) une étude visant à établir le seuil d'intensité lumineuse dans la périphérie des cages éclairées qui est basé sur une certaine caractéristique de déclin de l'intensité dans les eaux environnantes.

Presenter: Inigo Novales Flamarique (*in absentia*)

Overall, the report provided a good general overview of our state of knowledge on light used in aquaculture and the potential impacts on the environment.

Présentateur : Inigo Novales Flamarique (*in absentia*)

Dans l'ensemble, le rapport fournit un bon aperçu de l'état de nos connaissances sur l'éclairage utilisé en aquaculture et sur les impacts possibles sur l'environnement.

The report emphasizes the use of lights to delay maturation and thereby improve growth in finfish aquaculture (salmonids, gadids, and flatfishes). The results are, however, quite variable, especially for species that are more recent targets of the aquaculture industry (e.g., gadids). The choice of lights in the aquaculture industry does not seem to have a solid scientific foundation. Most of the lights presented in the report have an emission spectrum that encompasses wavelengths from 400-700 nm, which is the typical spectrum for artificial lights and is within the spectral range of the visual system of most fishes. Thus, the choice of lights should, at the minimum, comprise wavelengths from 400-700 nm. In the report, it would be beneficial to show the spectra (irradiance as a function of wavelength) for the different light sources used in the various studies referenced.

Le rapport met l'emphase sur le recours à l'éclairage dans le but de retarder la maturation et, par conséquent, d'améliorer la croissance des poissons d'élevage (salmonidés, gadidés et poissons plats). Cependant, les résultats sont plutôt variables, particulièrement en ce qui a trait aux espèces qui sont les nouvelles cibles de l'aquaculture (p. ex., les gadidés). Le choix de l'éclairage en aquaculture ne semble pas s'appuyer sur une base de données scientifiques solide. La plupart des lumières présentées dans le rapport ont un spectre lumineux qui affiche des longueurs d'onde de l'ordre de 400 à 700 nm, ce qui est le spectre type de l'éclairage artificiel et se situe dans la plage du système visuel de la plupart des poissons. Par conséquent, le choix de la lumière doit, au moins, comprendre des longueurs d'onde oscillant entre 400 et 700 nm. Dans le rapport, il serait utile d'indiquer le spectre (éclairement énergétique comme fonction de la longueur d'onde) pour les diverses sources lumineuses utilisées dans les études citées.

With regards to the measurement of light, the authors talk about lux, which should not be used because it does not represent what an animal can see. The proper way to quantify light for animal studies is to measure the irradiance (photons m^{-2} s^{-1}) as a function of wavelength and to integrate over the wavelength range of interest.

En ce qui concerne la mesure de la lumière, les auteurs parlent de lux, un terme qui ne devrait pas être employé parce qu'il ne représente pas ce que peuvent voir les animaux. La manière appropriée pour quantifier la lumière dans les études sur les animaux consiste à mesurer l'éclairement énergétique (photons m^{-2} s^{-1}) comme fonction de la longueur d'onde et de l'intégrer dans la gamme de longueurs d'onde visée.

There has not been enough research carried out to dismiss light as a serious problem to some important, non-targeted, species. For instance, the majority of zooplankton (including the larval stages of important crustaceans like shrimp, mysids, crab and lobster) are strongly photopositive. Although the adults of lobster and crab may not be photopositive, the attraction of large numbers of larvae to lit net pens (where they could be consumed by the aquaculture finfish species or other species that are also attracted to lights, like herring) could seriously disrupt an ecosystem and the fisheries that depend on these crustaceans. Such processes could have major impacts

Il n'y a pas eu suffisamment de recherches pour mettre hors de cause l'éclairage comme étant un problème sérieux pour certaines espèces importantes et non ciblées. Par exemple, la majorité du zooplancton (y compris les stades larvaires de crustacés importants, notamment la crevette, les mysidacés, le crabe et le homard) sont très photosensibles. Bien que les homards et les crabes adultes puissent ne pas être photosensibles, l'attraction d'un grand nombre de larves autour des cages en filet éclairées (où elles risquent d'être consommées par l'espèce en élevage ou par d'autres espèces attirées par la lumière, notamment le hareng) pourrait perturber gravement un écosystème et les pêches qui

on the ecosystem as a whole via bottom-up effects. The authors argue that there is little spatio-temporal overlap in the use of light in aquaculture in Eastern Canada with the presence of non-targeted species. Squid fisheries in Peru and South Korea use lights to lure these animals, so there is a real possibility for impact on these species (both adults and larvae are photopositive).

dépendent de ces crustacés. De tels processus pourraient avoir des impacts importants sur l'ensemble de l'écosystème provoqués par des effets ascendants. Les auteurs font valoir qu'il y a peu de chevauchement spatio-temporel dans l'utilisation de l'éclairage en aquaculture dans l'est du Canada avec la présence d'espèces non ciblées. Les industries de pêche aux calmars au Pérou et en Corée du Sud emploient l'éclairage pour attirer ces animaux; il existe donc une possibilité réelle d'impact sur ces espèces (les adultes autant que les larves sont photosensibles).

Lights could influence the displacement of juvenile fish of importance (like wild salmon), either disrupting their migration behaviour or making them venture into deeper waters (leaving their protective shoreline habitat) following zooplankton or being attracted by the lights themselves. Research needs to be carried out to assess numbers and categories of zooplankton and wild fish at night in and around lit net pens in comparison with controls (non-lit net pens).

Les lumières pourraient influencer le déplacement des jeunes poissons d'importance (p. ex., le saumon sauvage), soit en perturbant leur comportement migratoire ou en les poussant à s'aventurer dans les eaux plus profondes (quittant ainsi leur habitat protecteur du littoral) à la poursuite du zooplancton ou parce qu'ils sont attirés par les lumières. Il faut mener des recherches afin d'évaluer la quantité et les catégories de zooplanctons et de poissons sauvages la nuit autour et à l'intérieur des cages en filet éclairées par comparaison avec des cages de contrôle (non éclairées).

DISCUSSION HIGHLIGHTS

- Light may or may not have an affect on organisms near net pens, but little is known about it and more research is needed to answer this confidently. Currently, the perceived impact is not large.
- If there is an effect, it would be local and not widespread. The zone of illumination is easily defined and organics in the water could be easily incorporated to determine the light intensity.

FAITS SAILLANTS DES DISCUSSIONS

- L'éclairage peut perturber ou non les organismes à proximité des cages en filet; on dispose de peu d'information à ce sujet et il faudrait mener davantage de recherches pour s'en assurer. À l'heure actuelle, l'impact perçu n'est pas imposant.
- S'il y a un effet, il surviendrait à l'échelle locale et ne serait pas répandu. La zone d'éclairage est facile à définir et les matières organiques présentes dans l'eau pourraient facilement être intégrées afin de déterminer l'intensité lumineuse.

APPENDIX 1: LIST OF PARTICIPANTS **ANNEXE 1 : LISTE DES PARTICIPANTS**

AUTHORS / AUTEURS	Organization	Organisation
1. Bob Devlin	DFO Pacific	MPO - Pacifique
2. Chris McKindsey	DFO Québec	MPO - Québec
3. Ed Trippel	DFO Maritimes	MPO - Maritimes
4. Fred Page	DFO Maritimes	MPO - Maritimes
5. Les Burridge	DFO Maritimes	MPO - Maritimes
6. Peter Olesiuk	DFO Pacific	MPO - Pacifique
7. Simon Jones	DFO Pacific	MPO - Pacifique
8. Rosalind Leggatt		
REVIEWERS / EXAMINATEURS		
9. Arthur Popper	The University of Maryland, USA	University of Maryland, États-Unis
10. Dylan Fraser	Concordia University, QC	Université Concordia, Québec
11. Felipe Cabello	New York Medical College, USA	New York Medical College, États-Unis
12. Fred Whoriskey	Atlantic Salmon Federation, NB	Fédération du saumon atlantique, N.-B.
13. Ian Fleming	Memorial University of Newfoundland	Université Memorial de Terre-Neuve
14. Jack Terhune	University of New Brunswick	Université du Nouveau-Brunswick
15. Jon Chamberlain	BC Ministry of Agriculture and Lands	Ministry of Agriculture and Lands, C.-B.
16. Judith Weis	Rutgers University, NJ, USA	Rutgers University, NJ, États-Unis
17. Kenneth Brooks	Aquatic Environmental Sciences, WA, USA	Aquatic Environmental Sciences, WA, États-Unis
18. Nellie Gagné	DFO Gulf	MPO - Golfe
19. Ngan Diep	ON Ministry of the Environment	Ministère de l'Environnement, Ontario
20. Peter Cranford	DFO Maritimes	MPO - Maritimes
21. Peter Delorme	PMRA Ottawa	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), Ottawa
22. Shawn Robinson	DFO Martimes	MPO - Maritimes
23. Sonja Saksida	BC Centre for Aquatic Health Sciences	Centre for Aquatic Health Sciences, C.-B.
24. Tony Farrell	University of British Columbia	Université de la Colombie-Britannique

STEERING COMMITTEE / COMITÉ DE DIRECTION	Organization	Organisation
25. Jay Parsons	DFO NCR	MPO -RCN
26. Mike Chadwick	Retired DFO Gulf	Retraité du MPO - région du golfe
27. Nancy House	DFO NCR	MPO -RCN
28. André Talbot	EC Montréal	EC, Montréal
29. Cheryl Podemski	DFO Central & Arctic	MPO, Centre et Arctique
30. Eric McGreer	BC Ministry of the Environment	Ministère de l'Environnement, Ontario
31 John Werring	David Suzuki Foundation, BC	David Suzuki Foundation, C.-B.
32. Kim Klotins	CFIA Ottawa	ACIA, Ottawa
33. Laura Blease	ON Ministry of the Environment, Toronto	Ministère de l'Environnement, Toronto, Ontario
34. Lisa Robichaud	DFO NCR	MPO -RCN
35. Mike Stoneman	DFO NCR	MPO -RCN
36. Pamela Parker	NB Salmon Growers' Assoc	Salmon Growers' Assoc., N.-B.
37. Ron Loucks	Friends of Port Mouton Bay, NS	Friends of Port Mouton Bay, N.-É.
38. Sharon Ford	DFO NCR	MPO -RCN
39. Stephen Cross	University of Victoria, BC	Université de Victoria, C.-B.
40. Teresa Ryan	Tsimshian Nation, BC	Nation Tsimshian, C.-B.
41. Toby Balch	NS Fisheries and Aquaculture	Ministère des Pêches et de l'Aquaculture, N.-É.
PARTICIPANTS		
42. Alison McGarry	NBDAA	Ministère de l'Agriculture et de l'Aquaculture, N.-B.
43. Pierre Dubé	MAPAQ Québec	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), Québec
44. March Klaver	DFO Pacific	MPO - Pacifique
45. Tammy Rose-Quinn	DFO Maritimes	MPO - Maritimes
46. Geoff Perry	DFO Newfoundland	MPO - Terre-Neuve-et-Labrador
47. Doug Geiling	DFO Central and Arctic	MPO - Centre et Arctique
48. Kerra Hoyseth	DFO Pacific	MPO - Pacifique
49. Mark McLean	DFO Maritimes	MPO - Maritimes
50. Guy Robichaud	DFO Gulf	MPO - Golfe
51. Lisa Noble	DFO Newfoundland	MPO - Terre-Neuve-et-Labrador
52. Corina Busby	DFO NCR	MPO -RCN
53. Jonathan Kawaja	Newfoundland and Labrador DFA	DFA - Terre-Neuve-et-Labrador
54. Tricia Gheorghe	DFO NCR	MPO -RCN

APPENDIX 2: AGENDA

CSAS Aquaculture Pathway of Effects Workshop

Crowne Plaza Hotel

Panorama Room
101 Lyon St
Ottawa, ON

	Monday – 19	Tuesday – 20	Wednesday- 21	Thursday – 22	Friday – 23
8:30 – 9:00	Introduction	Pathogens Simon Jones	Release of Chemicals and Litter Bill Ernst	Release of Cultured Organisms Rosalind Leggatt	Continue Developing SAR
9:00 -10:00	Finfish Nutrients Fred Page				
10 -10:30	BREAK				
10:30 – 12:00	Finfish Nutrients Fred Page	Noise Peter Olesiuk	Release of Chemicals and Litter Bill Ernst	Alteration of Light Ed Trippel	Summary / Next Steps
12:00 – 1:00	LUNCH (not provided)				
1:00-2:30	Shellfish Nutrients Jon Chamberlain	Physical alteration of habitat Chris McKindsey	Release of Cultured Organisms Rosalind Leggatt	Conclusions & Developing Science Advisory Report (SAR)	
2:30 – 3:00	BREAK				
3:00 – 4:30	Pathogens Simon Jones Wrap up	Physical alteration of habitat Chris McKindsey Wrap up	Release of Cultured Organisms Rosalind Leggatt Wrap up	Continue Developing SAR	

ANNEXE 2 : PROGRAMME DE LA RÉUNION

Atelier du SCCS sur les séquences d'effets de l'aquaculture

Hôtel Crowne Plaza

Salle Panorama
101, rue Lyon
Ottawa (Ontario)

	Lundi – 19	Mardi – 20	Mercredi - 21	Jeudi – 22	Vendredi – 23
De 8 h 30 à 9 h	Introduction	Agents pathogènes - Simon Jones	Rejets de produits chimiques et de déchets Bill Ernst	Libération d'organismes d'élevage Rosalind Leggatt	Poursuite de l'élaboration de l'AS
De 9 h à 10 h	Éléments nutritifs des poissons Fred Page				
De 10 h à 10 h 30	PAUSE				
De 10 h 30 à 12 h	Éléments nutritifs des poissons Fred Page	Bruits Peter Olesiuk	Rejets de produits chimiques et de déchets Bill Ernst	Altération causée par la lumière Ed Trippel	Résumé / Prochaines étapes
De 12 h à 13 h	DÉJEUNER (non fourni)				
De 13 h à 14 h 30	Éléments nutritifs des mollusques marins Jon Chamberlain	Altération physique de l'habitat Chris McKindsey	Libération d'organismes d'élevage Rosalind Leggatt	Conclusions et élaboration de l'avis scientifique (AS)	
De 14 h 30 à 15 h	PAUSE				
De 15 h à 16 h 30	Agents pathogènes - Simon Jones Récapitulation	Altération physique de l'habitat Chris McKindsey Récapitulation	Libération d'organismes d'élevage Rosalind Leggatt Récapitulation	Poursuite de l'élaboration de l'AS	

APPENDIX 3: TERMS OF REFERENCE

Fisheries and Oceans Canada (DFO)
Canadian Science Advisory Secretariat
Process on
Pathways of Effects

CONTEXT

A Federal-Provincial-Territorial (F-P/T) Working Group (supported by the Canadian Council of Fisheries and Aquaculture Ministers and the Aquaculture Task Group) is developing a national Framework for Aquaculture Environmental Risk Management (FAERM) to provide the basis for a coherent national approach to support the sustainability of the aquaculture sector (suspended and bottom culture of finfish and shellfish in freshwater and marine environments) in Canada. This same framework is expected to provide the baseline for demonstrating how Canadian regulation responds to emerging market-driven sustainability certification expectations as they relate to aquaculture.

This framework addresses environmental effects associated with respect to 4 aquatic ecosystem components: fish habitat; water quality; fish health; and fish communities. Pathways of Effects (POEs) are being developed as one of several initiatives under the Framework to support aquaculture risk identification and risk assessment.

Scientific peer-review is required to ensure that the environmental risk identification and analysis components of the FAERM are underpinned and informed by science. At this stage, draft POE diagrams and accompanying risk descriptions have been developed to outline potential linkages between aquaculture activities and environmental

ANNEXE 3 : CADRE DE RÉFÉRENCE

Pêches et Océans Canada (MPO)
Processus du Secrétariat canadien de consultation scientifique sur les séquences d'effets

CONTEXTE

Un groupe de travail fédéral, provincial et territorial (FPT), appuyé par le Conseil canadien des ministres des Pêches et de l'Aquaculture et le Groupe de travail sur l'aquaculture, élabore un cadre national pour la gestion du risque environnemental lié à l'aquaculture pour servir de point de départ d'une approche nationale cohérente visant à appuyer la durabilité du secteur de l'aquaculture (la culture en suspension et la culture sur le fond de poissons à nageoires et de mollusques marins, en environnement d'eau douce et en milieu marin) au Canada. Ce même cadre devrait fournir une assise pour démontrer comment la réglementation canadienne répond aux nouvelles attentes en matière de certification de la durabilité fixées par le marché et liées à l'aquaculture.

Ce cadre traite des effets environnementaux liés à quatre composantes d'écosystème aquatique : l'habitat du poisson, la qualité de l'eau, la santé du poisson et les communautés de poissons. Des séquences d'effets sont élaborées en tant qu'une des initiatives visées par le Cadre pour appuyer la détermination et l'évaluation des risques liés à l'aquaculture.

Un examen scientifique par des pairs est nécessaire pour s'assurer que les composantes sur la détermination et l'analyse des risques en matière d'environnement du Cadre pour la gestion du risque environnemental lié à l'aquaculture sont étayées et éclairés par la science. À cette étape, des diagrammes provisoires des séquences d'effets et des

stressors and effects. The POE diagrams need to be peer-reviewed, and state-of-knowledge descriptions of stressor-effects need to be developed and peer-reviewed. These components of the FAERM have been developed based on the professional and technical knowledge of federal, provincial and other experts. The POE diagrams and descriptions are structured to identify the aquaculture risks related to the four ecosystem components identified that are relevant to government regulators.

descriptions des risques s'y rattachant ont été élaborés afin de donner un aperçu des liens possibles entre les activités de l'aquaculture et les facteurs de perturbation et les effets environnementaux. Les diagrammes des séquences d'effets doivent être évalués par des pairs, et des descriptions de l'état des connaissances sur les facteurs de perturbation et les effets doivent être rédigées et évaluées par des pairs. Ces composantes du Cadre pour la gestion du risque environnemental lié à l'aquaculture ont été élaborées selon les connaissances professionnelles et techniques d'experts fédéraux, provinciaux et autres experts. Les diagrammes et les descriptions des séquences d'effets sont structurés de manière à pouvoir définir les risques en matière d'aquaculture liés aux quatre composantes d'écosystème définies qui sont pertinentes pour les responsables gouvernementaux de la réglementation.

The DFO Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) process has been identified by the F-P/T Working Group as the best approach for peer-reviewed science information and advice on the stressor-effect linkages identified in the POEs, identification of measurable endpoints for effects, and areas of uncertainty or knowledge gaps. This scientific peer-review, focused on the environmental risk identification component of the FAERM, will inform the development of the overall FAERM and will also be a stand-alone tool that can be used by regulators in carrying out their responsibilities. Further CSAS processes may be undertaken in support of various components of the FAERM, including indicators and risk response (mitigation).

Le processus du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) du ministère des Pêches et des Océans (MPO) a été défini par le groupe de travail FPT comme étant la meilleure approche pour obtenir de l'information et des avis scientifiques évalués par des pairs sur les liens qui existent entre les facteurs de perturbation et les effets définis dans les séquences d'effets, pour déterminer les résultats finaux mesurables des effets et les domaines comportant des facteurs d'incertitude ou les lacunes dans les connaissances. Cet examen scientifique par des pairs, portant sur la composante sur la détermination des risques en matière d'environnement du Cadre pour la gestion du risque environnemental lié à l'aquaculture, appuiera l'élaboration du Cadre pour la gestion du risque environnemental lié à l'aquaculture général et servira également d'outil autonome pouvant être utilisé par les responsables de la réglementation pour s'acquitter de leurs responsabilités. D'autres processus du SCCS pourraient

être utilisés pour appuyer diverses composantes du Cadre pour la gestion du risque environnemental lié à l'aquaculture, y compris les indicateurs et la réponse au risque (mesure d'atténuation).

ISSUE REQUIRING SCIENCE ADVICE

Scientific papers will be structured and developed to address the following questions:

1a. Is there evidence in the literature that supports or challenges the existence of the stressor-effect linkages identified in the Pathways of Effects?

- Elaborate as to evidence that supports or challenges the existence of the stressor-effect linkages, and where further information/knowledge could lead to a more complete understanding of the stressor-effect linkages.

- Qualify the strength of evidence that supports or challenges the existence of the stressor-effect linkages.

1b. Are the Pathways of Effects diagrams comprehensive? If not, identify missing stressor-effect linkages.

2a. Describe state of knowledge with respect to each stressor-effect linkage, including:

- A description of each effect and its associated ecological outcomes (effect profile).
- The factors and conditions that influence the expression of an effect (including exposure profile, receiving environment profile, etc.).

QUESTION NÉCESSITANT DES AVIS SCIENTIFIQUES

Des documents scientifiques seront structurés et élaborés pour répondre aux questions suivantes :

1a. La documentation scientifique fournit-elle des preuves pour confirmer ou contester l'existence de liens entre les facteurs de perturbation et les effets définis dans les séquences d'effets?

- Donner des précisions sur les preuves qui appuient ou contestent l'existence de liens entre les facteurs de perturbation et les effets et si d'autres renseignements ou connaissances peuvent entraîner une compréhension plus exhaustive des liens qui existent entre les facteurs de perturbation et les effets;

- Établir la solidité des preuves venant appuyer ou contester l'existence de liens entre les facteurs de perturbation et les effets.

1b. Les diagrammes des séquences d'effets sont-ils complets? Si non, définir les liens qui manquent entre les facteurs de perturbation et les effets.

2a. Définir l'état des connaissances en ce qui concerne chaque lien qui existe entre les facteurs de perturbation et les effets, y compris :

- Une description de chaque effet et de ses résultats écologiques connexes (profil des effets);
- Les facteurs et les conditions qui influent sur l'expression d'un effet (notamment le profil d'exposition et la réception d'un profil environnemental).

2b. For each stressor-effect linkage with scientific evidence described above, describe the documented biological implications of the effects on overall ecosystem function.

3a. Identify specific areas of uncertainty and knowledge gaps respecting the stressor-effect linkages.

- Which of the uncertainties or knowledge gaps hinder us most in terms of gaining a more holistic understanding of the effect profiles and the biological implications on overall ecosystem function?

WORKSHOP OBJECTIVES

The CSAS workshop participants will review and discuss the prepared scientific papers with the intention of:

1. Providing feedback to authors on the content of the scientific papers relative to the questions posed by the Aquaculture and Habitat Management Directorates.

2. Identifying the scientific advice that should be captured in the CSAS workshop output documents (science advisory documents), including the identification of knowledge gaps and research needs/priorities.

CSAS workshop participants will also discuss the following points:

2b. Pour chaque lien qui existe entre les facteurs de perturbation et les effets, avec une preuve scientifique définie ci-dessus, expliquez les répercussions biologiques recensées des effets sur l'ensemble des fonctions de l'écosystème.

3a. Déterminer des domaines particuliers comportant des facteurs d'incertitude et des lacunes précises dans les connaissances en ce qui concerne les liens qui existent entre les facteurs de perturbation et les effets.

- Quels facteurs d'incertitude ou quelles lacunes dans les connaissances nous empêchent le plus de nous faire une idée beaucoup plus juste des profils des effets et des répercussions biologiques sur l'ensemble des fonctions de l'écosystème?

OBJECTIFS DE L'ATELIER

Les participants de l'atelier du SCCS examineront les documents scientifiques préparés et en discuteront avec l'intention de :

1. fournir une rétroaction aux auteurs quant au contenu des documents scientifiques en ce qui concerne les questions posées par la Direction générale de la gestion de l'aquaculture et la Direction générale de la gestion de l'habitat;

2. définir les avis scientifiques qu'il faudrait inclure dans les documents de résultats de l'atelier du SCCS (avis scientifiques), y compris la détermination des lacunes dans les connaissances et des besoins ou des priorités en matière de recherche.

Les participants de l'atelier du SCCS discuteront également des points suivants :

1. Is the coverage of the available information (primary publications, grey literature, professional technical sources, traditional knowledge, etc.) on the topic comprehensive?

2. Is the author's treatment of the available information balanced?

3. Are the author's conclusions supported by the literature review?

Workshop Outputs

Scientific advice will be provided in the form of peer-reviewed scientific papers, a Science Advisory Report and CSAS proceedings.

Participation

DFO and non-DFO scientists, regulators from Aquaculture Management Directorate, Habitat Management Directorate and the Provinces and Territories, as well as scientific experts from industry, environmental and First Nations stakeholders.

1. L'étendue de l'information disponible sur le sujet (les publications primaires, la littérature grise, les sources techniques professionnelles, les connaissances traditionnelles, etc.) est-elle vaste

2. L'utilisation de l'information disponible faite par l'auteur est-elle équilibrée?

3. Les conclusions de l'auteur sont-elles appuyées par l'analyse documentaire?

Résultats de l'atelier

Des conseils scientifiques seront fournis sous forme de documents scientifiques évalués par des pairs, d'avis scientifiques et de comptes rendus du SCCS.

Participation

Des scientifiques du MPO et de l'extérieur du Ministère; des responsables de la réglementation de la Direction générale de la gestion de l'aquaculture, de la Direction générale de la gestion de l'habitat et des provinces et des territoires; des experts scientifiques de l'industrie; des intervenants en environnement et des Premières nations.